



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.











(Tausend ...)

Handbuch der angewandten Chemie

von
J. Dumas,

Professor der Chemie an der Centralgewerbschule und am Athenäum,
und Repetitor an der polytechnischen Schule zu Paris, Korrespon-
dent der Akademie von Turin, Mitglied der philoma-
tischen Gesellschaft von Paris, der physikalischen
Gesellschaft von Genf, der Schweizerischen
Gesellschaft für Naturwissenschaften etc.

Für
technische Chemiker, Künstler, Fabrikanten und
Gewerbtreibende überhaupt.

Aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen
versehen

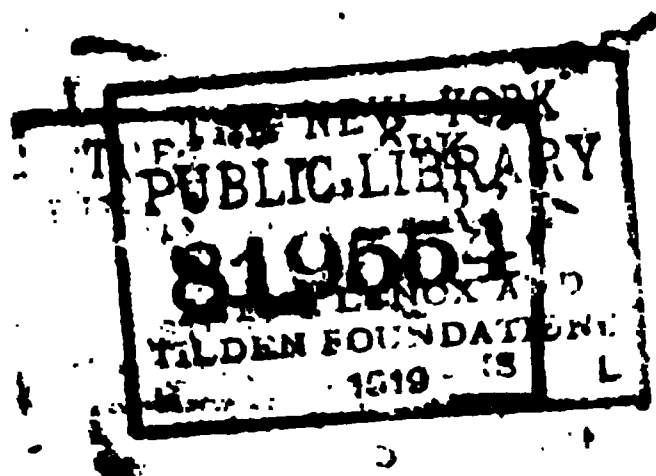
von
Gottl. Aler und Friedr. Engelhart.

Erster Band
mit siebenzehn Tafeln.

Nürnberg, 1830.
Bei Johann Leonhard Schrag.

C. R.

Völ
127



Inhalt des ersten Bandes.

Einleitung.	Seite
1. Allgemeine Definition der Chemie	7
2. Von den verschiedenen Zuständen der Materie	12
3. Nomenclatur	14
4. Von den Mischungsgewichten	25
5. Atomistische Theorie	32
6. Von der Verbindung der Körper	46
7. Von den zusammengesetzten Körpern	54
8. Von der Wechselwirkung der Körper	57
9. Allgemeine Betrachtung der nichtmetallischen Körper	66
Handbuch der angewandten Chemie. Erstes Buch.	
I. Kapitel. Wasserstoff	74
Luftschiffahrt	80
II. Sauerstoff	86
Wasser	91
Wasserstoffsuperoxyd	112
III. Chlor	120
Ehlwasserstoffsäure	134
Eblersäure	146
Drobirte Ehlersäure und Chloroxyd	149
IV. Brom	155
Bromwasserstoffsäure	159
Bromsäure	161
Ehlbrom	164
V. Jod	166
Jodwasserstoffsäure	174
Jodsäure	177
Ehljod	179
Bromjod	181
VI. Fluor	182
Fluorwasserstoffsäure	183
VII. Schwefel	189
Schwefelwasserstoffsäure	212
Wasserstoffschwefel	222
Schweflichte Säure	225
Unterschweflichte Säure	260
Schwefelsäure	264

Unterschwefelsäure	.	.	.	.	.
Ehlorschwefel	.	.	.	.	.
Bromschwefel	.	.	.	.	.
Jodschwefel	.	.	.	.	.
VIII. Selen	.	.	.	.	.
Selenwasserstoffsäure	.	.	.	.	.
Selenoxyd	.	.	.	.	.
Selenichte Säure	.	.	.	.	.
Selensäure	.	.	.	.	.
Selenchlorid	.	.	.	.	.
Selenchlorür	.	.	.	.	.
Bromselen	.	.	.	.	.
Schwefelselen	.	.	.	.	.
IX. Phosphor	.	.	.	.	.
Phosphormwasserstoff im Minimum	.	.	.	.	.
Phosphormwasserstoff im Maximum	.	.	.	.	.
Phosphoroxpd	.	.	.	.	.
Phosphorsäure	.	.	.	.	.
Phosphorichte Säure	.	.	.	.	.
Unterphosphorsäure	.	.	.	.	.
Unterphosphorichte Säure	.	.	.	.	.
Phosphorchlorid	.	.	.	.	.
Phosphorchlorür	.	.	.	.	.
Bromphosphor	.	.	.	.	.
Jodphosphor	.	.	.	.	.
Schwefelphosphor	.	.	.	.	.
X. Stickstoff	.	.	.	.	.
Ammoniak	.	.	.	.	.
Atmosphärische Luft	.	.	.	.	.
Stickstoffoxydul	.	.	.	.	.
Stickstoffoxyd	.	.	.	.	.
Untersalpetrichte Säure	.	.	.	.	.
Salpetrichte Säure	.	.	.	.	.
Salpetersäure	.	.	.	.	.
Salpetersalzsäure	.	.	.	.	.
Salpeterflusssäure	.	.	.	.	.
Ehlorstickstoff	.	.	.	.	.
Jodstickstoff	.	.	.	.	.
XI. Arsenik	.	.	.	.	.
Wasserstoffarsenik	.	.	.	.	.
Arsenikwasserstoff	.	.	.	.	.

	Seite
Arseniksuboxyd	433
Arsenichte Säure	435
Arseniksäure	439
Fluorarsenik	440
Chlorarsenik	442
Bromarsenik	444
Jodarsenik	444
Schwefelarsenik	445
Behandlung der Arsenikterze	450
XII. Bor	455
Borsäure	457
Fluorbor	462
Chlorbor	465
Schwefelbor	467
XIII. Kiesel	468
Wasserstoffkiesel	472
Fluorkiesel	472
Chlorkiesel	475
Schwefelkiesel	476
Kieselsäure	477
XIV. Kapitel. Kohlenstoff	498
Diamant	500
Graphit	511
Anthrazit	511
Vegetabilische Kohle	512
Kienruß	518
Thierische Kohle	526
Schieferkohle	535
Halbkohlenwasserstoff	542
Kohlenwasserstoff	559
Wasserstoffkohlenstoff	563
Unterhalb Kohlenwasserstoff	565
Zweifach-Kohlenwasserstoff	565
Naphthaline	571
Eufes Weinöl	573
Naphtha	574
Petroleum	576
Terpentinöl	577
Kohlensäure	578
Kohlenoxyd	585
Chlorkohlenoxyd	588
Chlorkohlenstoff	589

Schwefelkohlenstoff	.	.	.	.	.
Cyan	.	.	.	.	.
Cyanwasserstoffsäure	.	.	.	.	.
Cyanichte Säure	.	.	.	.	.
Cyansäure	.	.	.	.	.
Knallsäure	.	.	.	.	.
Eblorcyan	.	.	.	.	.
Bromcyan	.	.	.	.	.
Jodcyan	.	.	.	.	.
Schwefelcyan	.	.	.	.	.
Selencyan	.	.	.	.	.

Zweites Buch.

Von den Brennstoffen überhaupt.

- I. Kapitel. Von den verschiedenen Holzarten und ihrer Anwendung als Brennmaterial
- II. Darstellung der Holzkohlen
- III. Torf und Torfkohlen
- IV. Fossile Brennstoffe
 - Braunkohle
 - Steinkohlen
 - Anthrazit
- Zusammensetzung des fossilen Brennstoffe im Allgemeinen
- V. Von den verkohlten Steinkohlen oder der Koke
- VI. Vergleichung der verschiedenen Brennstoffe unter sich
- VII. Konstruktion der Öfen und Verbrennungsapparate
- VIII. Beleuchtung mit Öl- und Steinkohlen-Gas
 - Gasbeleuchtung mit Ölgas
 - Gasbeleuchtung mittelst Steinkohlen

A n h a n g.

- I. Vergleichung der franz. Maße und Gewichte mit denen 1 rerer deutschen Länder.
- II. Tabelle über das spezifische Gewicht der bekanntesten, gasfö gen, tropfbaren und starren Substanzen.
- III. Tafel über die Spannkräfte des Wasserdampfes nach Beot tungen von Dulong und Arago.

Meine Abreise von Paris, ein mehrwöchentlicher Aufenthalt unterwegs und endlich die Erfüllung meiner eignen Berufsgeschäfte nahmen meine Zeit so sehr in Anspruch, daß leider erst jetzt die zweite Lieferung der Uebersetzung dieses Werkes erscheinen konnte. Um nun für die Zukunft ähnliche Verzögerungen zu vermeiden und die folgenden Lieferungen in recht kurzen Zeiträumen nach einander erscheinen lassen zu können, sah ich mich veranlaßt, einen hochgeschätzten Freund Herrn Oberhüttenmeister *ex* um seine freundschaftliche Mitwirkung zur Ausföhrung des begonnenen Unternehmens zu bitten.

Zu meiner großen Freude entschloß sich Derselbe auch zur gemeinschaftlichen Bearbeitung dieses Werkes. Es wird nun hierdurch für die Folge nicht nur ein rascheres Erscheinen desselben bezweckt, sondern diese Uebersetzung wird auch durch die Mitwirkung meines Freundes vorzüglich an Originalzusätzen noch gewinnen. Hr. Alex wird nun vorzugsweise den pyrochemischen und namentlich metallurgischen Theil dieses Werkes bearbeiten, und durch Seine, in diesem Zweige der chemischen Technik bereits Selbst gemachte, vielfachen Beobachtungen und Erfahrungen bereichern.

Da alle in diesem Buche vorkommenden Raumgrößen französischem Maasß und Gewicht ausgedrückt sind, so wird zur leichtern und allgemeinen Verständniß am Schluß

des ersten Bandes eine vergleichende Uebersicht der deutschen und französischen Maße und Gewichte beigelegt werden.

Durch meine bisherige Abwesenheit vom Druckorte haben sich in das erste Heft mehrere Druckfehler eingeschlichen, welche hier zur Berichtigung angezeigt werden. Für die Folge werde ich zur Vermeidung derselben gewissenhafte Sorge tragen, so daß dieses interessante Werk möglichst correct erscheine.

E.

Handbuch der angewandten Chemie.

Erster Band.



V o r r e d e .

Vor einigen Jahren wurde mir von der Administration des königlichen Abendcurses zu Paris die Professur der Chemie übertragen, welche Hr. Nobiquet, der sie bisher bekleidete, wegen seiner vielen und mannichfaltigen Geschäfte aufzugeben sich gezwungen sah. Einen so verdienten Lehrer als Vorgänger habend, fühlte ich als der Jüngere nur zu gut, wie schwierig es für mich werden würde meinen Zuhörern vollkommen zu genügen, wenn ich ganz denselben Weg betreten wollte, den Hr. Nobiquet bei seinen Vorlesungen eingeschlagen hatte, die noch in frischem Andenken standen. Ich erachtete es deshalb für nöthig, jede Annäherung zwischen ihm und mir in dieser Beziehung zu vermeiden, wählte demzufolge einen von dem seinigen ganz verschiedenen Gesichtspunkt und trug die Gegenstände anders geordnet vor. Bald gelangte ich auch zu der Ueberzeugung, daß in einer Anstalt, wo der größere Theil der Zuhörer sich nicht beständig erneuert, der Lehrer wenigstens von Zeit zu Zeit den Lehrgegenstand erneuern muß. Ich vereinigte deshalb bei meinem zweiten Lehrkursus mit der allgemeinen Chemie auch die technische. Dieser Kursus dauerte 3 Jahre. Die Forschungen, zu welchen er mich veranlaßte, so wie das Interesse, welches der Gegenstand selbst einzulösen schien, ließen in mehreren Personen den Wunsch rege werden, denselben gedruckt zu sehen. Ich machte mich demzufolge anheischig, meine Vorlesungen dem Drucke zu übergeben, was ich denn auch jetzt mit Vergnügen erfülle, mir schmeichelnd, daß hauptsächlich der jüngere Theil der Gewerbtreibenden in

diesem Buche eine Menge von Thatsachen vereinigt finden werde, welche ihnen beim Erlernen und Ausüben ihres Berufes eine wesentliche Erleichterung gewähren müssen. Viele wären vielleicht im Stande gewesen ein ähnliches und vielleicht besseres Werk als ich zu liefern, allein wahrscheinlich auch durch die materielle Arbeit, welche ein ähnliches Unternehmen fordert, zurückgeschreckt worden.

Wie dem auch sey, ich übergebe hiermit dies Werk dem Publikum in der Hoffnung, daß es den jungen Chemikern, die sich jetzt beinahe in allen Städten Europas befinden, zur Vergleichung dienen, und daß der Wunsch deshalb, die darin vielleicht noch vorkommenden Unrichtigkeiten zu berichtigen, Bekanntmachungen veranlassen möge, welche nicht allein der Industrie sondern auch diesem Buche selbst recht nützlich werden dürften.

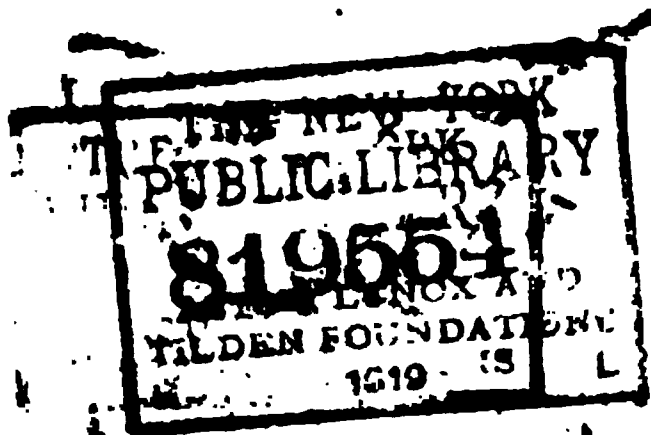
Ohne Zweifel werden manche der Leser finden, daß ich zu weit in die Einzelheiten der reinen Chemie eingegangen bin, daß ich ferner mit Unrecht hätte die praktischen Aufgaben, welche die Technik liefert, auf eine theoretische Weise zu lösen gesucht, und daß ich endlich hätte vermeiden müssen, von der Atomen-Lehre Anwendung zu machen.

Auf diese Einwürfe erwiedere ich, daß dies Buch namentlich für junge Leute und weniger für bereits ausübende Fabrikanten bestimmt ist, daß es ferner meine Absicht eigentlich nicht war, die Praxis der Technik zu beschreiben, aber wohl die Theorie derselben aufzuklären und zu berichtigen. Die wissenschaftlichen Details, welche die Fabrikanten von reiferem Alter zurückscheuchen, werden nur ein Spiel für ihre Söhne seyn, wenn sie bereits in ihrer Schule etwas mehr Mathematik und weniger Latein und etwas mehr Physik oder Chemie und weniger griechisch gelernt haben werden.

Was man auch über diesen Punkt sagen mag, so

in handelt, mit großen Massen zu operiren. Da es
für jeden Praktiker schwer seyn muß, eine gleiche
Sorgsamkeit allen Theilen der reinen Chemie zu widmen,
so hat ich bemüht dies Werk so zu ordnen und einzutheilen,
daß stets diejenigen Künste in Gruppen vereinigt sind,
die sich theils auf gemeinschaftliche Prinzipien stützen,
so auch in Absicht auf die chemische Geschichte der
Körper, die sie bearbeiten, viel miteinander gemein haben.
Es folgen hier die Grundzüge dieser Klassifikation, welche
nach reiflicher Ueberlegung die einfachste zu seyn schien.
Die erste Gruppe begreift die nicht metallischen Körper
so wie die Produkte oder Künste in sich, welche ihnen
Theils verdanken, nämlich das Wasser, die bekannten
Säuren, das Ammoniak, die atmosphärische Luft,
verschiedenen Arten der Kohle, die Steinkohle, die
Lichtgung und Beleuchtung.

Die zweite Gruppe enthält die metallischen Grundlagen
der Erden (Erdeometalle) und die Alkalien; als Anwen-
dungen derselben findet man aufgeführt: mehrere wichtige
Salze wie Pottasche, Soda, Alaun, Salpeter und in Folge
dies die Bereitung des Pulvers. An diese Gruppe schließt



100-100000

Inhalt des ersten Bandes.

Einleitung.	Seite
§. 1. Allgemeine Definition der Chemie	7
2. Von den verschiedenen Zuständen der Materie	12
3. Nomenklatur	14
4. Von den Mischungsgewichten	25
5. Atomistische Theorie	32
6. Von der Verbindung der Körper	46
7. Von den zusammengesetzten Körpern	54
8. Von der Wechselwirkung der Körper	57
9. Allgemeine Betrachtung der nichtmetallischen Körper	66
Handbuch der angewandten Chemie. Erstes Buch.	
I. Kapitel. Wasserstoff	74
Luftschiffarth	89
II. Sauerstoff	93
Wasser	91
Wasserstoffsuperoxyd	113
III. Chlor	120
Chlornwasserstoffsäure	134
Chlorsäure	146
Oxydirte Chlorsäure und Chloroxyd	149
IV. Brom	155
Bromwasserstoffsäure	159
Bromsäure	161
Ehlorbrom	164
V. Jod	166
Jodwasserstoffsäure	174
Jodsäure	177
Ehlorjod	179
Bromjod	181
VI. Fluor	182
Fluorwasserstoffsäure	183
VII. Schwefel	189
Schwefelwasserstoffsäure	212
Wasserstoffschwefel	222
Schweflichte Säure	225
Unterschweflichte Säure	260
Schwefelsäure	264

	Unterschwefelsäure	.	.	.	.	.
	Ehlorschwefel	.	.	.	.	.
	Bromschwefel	.	.	.	.	.
	Jodschwefel	.	.	.	.	.
VIII.	Selen	.	.	.	.	.
	Selenwasserstoffsäure	.	.	.	.	.
	Selenoxyd	.	.	.	.	.
	Selenichte Säure	.	.	.	.	.
	Selensäure	.	.	.	.	.
	Selenchlorid	.	.	.	.	.
	Selenchlorür	.	.	.	.	.
	Bromselen	.	.	.	.	.
	Schwefelselen	.	.	.	.	.
IX.	Phosphor	.	.	.	.	.
	Phosphormwasserstoff im Minimum	.	.	.	.	.
	Phosphormwasserstoff im Maximum	.	.	.	.	.
	Phosphoroxpd	.	.	.	.	.
	Phosphorsäure	.	.	.	.	.
	Phosphorichte Säure	.	.	.	.	.
	Unterphosphorsäure	.	.	.	.	.
	Unterphosphorichte Säure	.	.	.	.	.
	Phosphorchlorid	.	.	.	.	.
	Phosphorchlorür	.	.	.	.	.
	Bromphosphor	.	.	.	.	.
	Jodphosphor	.	.	.	.	.
	Schwefelphosphor	.	.	.	.	.
X.	Stickstoff	.	.	.	.	.
	Ammoniak	.	.	.	.	.
	Atmosphärische Luft	.	.	.	.	.
	Stickstoffoxydul	.	.	.	.	.
	Stickstoffoxyd	.	.	.	.	.
	Untersalpetrichte Säure	.	.	.	.	.
	Salpetrichte Säure	.	.	.	.	.
	Salpetersäure	.	.	.	.	.
	Salpetersalzsäure	.	.	.	.	.
	Salpeterflusssäure	.	.	.	.	.
	Ehlorstickstoff	.	.	.	.	.
	Jodstickstoff	.	.	.	.	.
XI.	Arsenit	.	.	.	.	.
	Wasserstoffarsenit	.	.	.	.	.
	Arsenitwasserstoff	.	.	.	.	.

	Seite
Arsenitsuboxyd	441
Arsenichte Säure	435
Arseniksaure	439
Fluorarsenit	440
Chlorarsenit	442
Bromarsenit	444
Jodarsenit	444
Schwefelarsenit	445
Behandlung der Arsenikzerze	450
XII. Bor	455
Borsäure	457
Fluorbor	462
Chlorbor	465
Schwefelbor	467
XIII. Kiesel	468
Wasserstoffkiesel	472
Fluorkiesel	472
Chlorkiesel	473
Schwefelkiesel	476
Kieselsäure	477
XIV. Kapitel. Kohlenstoff	498
Diamant	500
Graphit	511
Anthrazit	511
Vegetabilische Kohle	512
Kienruß	518
Thierische Kohle	526
Schieferkohle	535
Halbkohlenwasserstoff	542
Kohlenwasserstoff	559
Wasserstoffkohlenstoff	563
Ueberthals Kohlenwasserstoff	565
Zweifach - Kohlenwasserstoff	565
Naphthaline	571
Süßes Weindöl	573
Naphtha	574
Petroleum	576
Terpentinöl	577
Kohlensäure	578
Kohlenoxyd	585
Chlorkohlenoxyd	588
Chlorkohlenstoff	589

Schwefelkohlenstoff	.	.	.	.	.
Cyan	.	.	.	.	.
Cyanwasserstoffsäure	.	.	.	.	.
Cyanichte Säure	.	.	.	.	.
Cyansäure	.	.	.	.	.
Knallsäure	.	.	.	.	.
Eblorcyan	.	.	.	.	.
Bromcyan	.	.	.	.	.
Jodcyan	.	.	.	.	.
Schwefelcyan	.	.	.	.	.
Selencyan	.	.	.	.	.

Zweites Buch.

Von den Brennstoffen überhaupt.

- I. Kapitel. Von den verschiedenen Holzarten und ihrer Anwendung als Brennmaterial
- II. Darstellung der Holzkohlen
- III. Torf und Torfkohlen
- IV. Fossile Brennstoffe
 - Braunkohle
 - Steinkohlen
 - Anthrazit
 - Zusammensetzung des fossilen Brennstoffe im Allgemeinen
- V. Von den verkohlten Steinkohlen oder der Koke
- VI. Vergleichung der verschiedenen Brennstoffe unter sich
- VII. Konstruktion der Öfen und Verbrennungsapparate
- VIII. Beleuchtung mit Öl- und Steinkohlen-Gas
 - Gasbeleuchtung mit Ölgas
 - Gasbeleuchtung mittelst Steinkohlen

A n h a n g.

- I. Vergleichung der franz. Maße und Gewichte mit denen derer deutschen Länder.
- II. Tabelle über das spezifische Gewicht der bekanntesten, gasförmigen, tropfbaren und starren Substanzen.
- III. Tafel über die Spannkräfte des Wasserdampfes nach Beobachtungen von Dulong und Arago.

Meine Abreise von Paris, ein mehrwöchentlicher Aufenthalt unterwegs und endlich die Erfüllung meiner beruflichen Verusageschäfte nahmen meine Zeit so sehr in Anspruch, daß leider erst jetzt die zweite Lieferung der Uebersetzung dieses Werkes erscheinen konnte. Um nun für die Zukunft ähnliche Verzögerungen zu vermeiden und die folgenden Lieferungen in recht kurzen Zeiträumen nach einander erscheinen lassen zu können, sah ich mich veranlaßt, meinen hochgeschätzten Freund Herrn Oberhüttenmeister Hr. um seine freundschaftliche Mitwirkung zur Ausfüh- rung des begonnenen Unternehmens zu bitten.

Zu meiner großen Freude entschloß sich Derselbe auch gemeinschaftlichen Bearbeitung dieses Werkes. Es wird hierdurch für die Folge nicht nur ein rascheres Erschei- nen desselben bezweckt, sondern diese Uebersetzung wird auch durch die Mitwirkung meines Freundes vorzüglich an Ori- ginalzusätzen noch gewinnen. Hr. Alex wird nun vor- zugsweise den pyrochemischen und namentlich metallurgi- schen Theil dieses Werkes bearbeiten, und durch Seine, in

des ersten Bandes eine vergleichende Uebersicht der deutschen und französischen Maaße und Gewichte beigelegt werden.

Durch meine bisherige Abwesenheit vom Druckorte haben sich in das erste Heft mehrere Druckfehler eingeschlichen, welche hier zur Berichtigung angezeigt werden. Für die Folge werde ich zur Vermeidung derselben gewissenhafte Sorge tragen, so daß dieses interessante Werk möglichst correct erscheine.

E.

Handbuch der angewandten Chemie.

Erster Band.

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

2. The second part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

V o r r e d e.

Vor einigen Jahren wurde mir von der Administration des königlichen Athenäums zu Paris die Professur der Chemie übertragen, welche Hr. Nobiquet, der sie bisher bekleidete, wegen seiner vielen und mannichfaltigen Geschäfte aufzugeben sich gezwungen sah. Einen so verdienten Lehrer als Vorgänger habend, fühlte ich als der Jüngere nur zu gut, wie schwierig es für mich werden würde meinen Zuhörern vollkommen zu genügen, wenn ich ganz denselben Weg betreten wollte, den Hr. Nobiquet bei seinen Vorlesungen eingeschlagen hatte, die noch in frischem Andenken standen. Ich erachtete es deshalb für nöthig, jede Annäherung zwischen ihm und mir in dieser Beziehung zu vermeiden, wählte demzufolge einen von dem seinigen ganz verschiedenen Gesichtspunkt und trug die Gegenstände anders geordnet vor. Bald gelangte ich auch zu der Ueberzeugung, daß in einer Anstalt, wo der größere Theil der Zuhörer sich nicht beständig erneuert, der Lehrer wenigstens von Zeit zu Zeit den Lehrgegenstand erneuern muß. Ich vereinigte deshalb bei meinem zweiten Lehrkursus mit der allgemeinen Chemie auch die technische. Dieser Kursus dauerte 3 Jahre. Die Forschungen, zu welchen er mich veranlaßte, so wie das Interesse, welches der Gegenstand selbst einzufloßen schien, ließen in mehreren Personen den Wunsch rege werden, denselben gedruckt zu sehen. Ich machte mich demzufolge anheischig, meine Vorlesungen dem Drucke zu übergeben, was ich denn auch jetzt mit Vergnügen erfülle, mir schmeichelnd, daß hauptsächlich der jüngere Theil der Gewerbtreibenden in

diesem Buche eine Menge von Thatsachen vereinigt finden werde, welche ihnen beim Erlernen und Ausüben ihres Berufes eine wesentliche Erleichterung gewähren müssen. Viele wären vielleicht im Stande gewesen ein ähnliches und vielleicht besseres Werk als ich zu liefern, allein wahrscheinlich auch durch die materielle Arbeit, welche ein ähnliches Unternehmen fordert, zurückgeschreckt worden.

Wie dem auch sey, ich übergebe hiermit dieß Werk dem Publikum in der Hoffnung, daß es den jungen Chemikern, die sich jetzt beinahe in allen Städten Europas befinden, zur Vergleichung dienen, und daß der Wunsch deshalb, die darin vielleicht noch vorkommenden Unrichtigkeiten zu berichtigen, Bekanntmachungen veranlassen möge, welche nicht allein der Industrie sondern auch diesem Buche selbst recht nützlich werden dürften.

Ohne Zweifel werden manche der Leser finden, daß ich zu weit in die Einzelheiten der reinen Chemie eingegangen bin, daß ich ferner mit Unrecht hätte die praktischen Aufgaben, welche die Technik liefert, auf eine theoretische Weise zu lösen gesucht, und daß ich endlich hätte vermeiden müssen, von der Atomen-Lehre Anwendung zu machen.

Auf diese Einwürfe erwiedere ich, daß dieß Buch namentlich für junge Leute und weniger für bereits ausübende Fabrikanten bestimmt ist, daß es ferner meine Absicht eigentlich nicht war, die Praxis der Technik zu beschreiben, aber wohl die Theorie derselben aufzuklären und zu berichtigen. Die wissenschaftlichen Details, welche die Fabrikanten von reiferem Alter zurückscheuchen, werden nur ein Spiel für ihre Söhne seyn, wenn sie bereits in ihrer Schule etwas mehr Mathematik und weniger Latein und etwas mehr Physik oder Chemie und weniger griechisch gelernt haben werden.

Was man auch über diesen Punkt sagen mag, so

V o r r e d e.

hätte ich es immerhin für unerläßlich, um einigen Nutzen aus der Chemie bei ihrer Anwendung auf die gesammte Industrie ziehen zu können, diese Wissenschaft wenigstens in denjenigen Theilen gründlich zu studiren, um die es sich zunächst handelt, denn die an sich unbedeutend scheinenden Einzelheiten werden von Wichtigkeit da, wo es sich darum handelt, mit großen Massen zu operiren. Da es jedoch für jeden Praktiker schwer seyn muß, eine gleiche Aufmerksamkeit allen Theilen der reinen Chemie zu widmen, so war ich bemüht dies Werk so zu ordnen und einzutheilen, daß stets diejenigen Künste in Gruppen vereinigt sind, welche sich theils auf gemeinschaftliche Prinzipien stützen, theils auch in Absicht auf die chemische Geschichte der Stoffe, die sie bearbeiten, viel miteinander gemein haben. Es folgen hier die Grundzüge dieser Klassifikation, welche mir nach reiflicher Ueberlegung die einfachste zu seyn schien.

Die erste Gruppe begreift die nicht metallischen Körper so wie die Produkte oder Künste in sich, welche ihnen das Daseyn verdanken, nämlich das Wasser, die bekanntesten Säuren, das Ammoniak, die atmosphärische Luft, die verschiedenen Arten der Kohle, die Steinkohle, die Heizung und Beleuchtung.

Die zweite Gruppe enthält die metallischen Grundlagen der Erden (Erddmetalle) und die Alkalien; als Anwendung derselben findet man aufgeführt: mehrere wichtige Salze wie Pottasche, Soda, Alaun, Salpeter und in Folge dessen die Bereitung des Pulvers. An diese Gruppe schließen sich außerdem unmittelbar an, mehrere eng unter sich verbundene Fabrikationszweige, als die Löpferei, Bereitung des Glases, der künstlichen Edelsteine, der Schmelze (Email) und Glasuren und zuletzt des Kalks und Mörtels.

Die dritte Gruppe enthält die vollständige Beschreibung der gewöhnlichen Metalle, nämlich Eisen, Kupfer,

Blei, Zink, Zinn, Gold, Silber, Platin u. s. w. Ihre Darstellung und die Bereitung ihrer Legirungen macht einen wesentlichen und sehr bedeutenden Theil dieser Beschreibung aus, wobei auch die minder wichtigen Produkte nicht vergessen werden sollen.

Endlich umfaßt die vierte Gruppe alle Produkte der organischen Natur und die zahlreichen Anwendungen derselben. Man wird daselbst finden: die Färbekunst, das Bleichen, die Bereitung des Papiers, der Stärke, des Zuckers, der Seifen, des Weingeists, des Käses, ferner die Gerberei, Hutfabrikation u. s. w.

Ich hoffe außerdem mittelst der allgemeinen Grundsätze, worauf sich jeder wichtige Fabrikationszweig gründet, und welche ich bisweilen an die Spitze oder auch an das Ende deshalb, in Form einer gedrängten Wiederholung, stellen werde, jedem Gewerbtreibenden die Mittel an die Hand zu geben, die chemischen Prinzipien seines Industriezweiges kennen zu lernen, selbst wenn er minder gründliche Kenntnisse von der allgemeinen Chemie besitzen sollte. Vielleicht möchte man es für zweckmäßiger halten, diese allgemeinen Grundsätze an die Spitze des ersten Bandes zu setzen; ich werde dieß jedoch hier nicht näher untersuchen. Meine bisher gemachte Erfahrung spricht für diese Lehrmethode, welche in meinem Werke befolgt ist; noch habe ich keine andere Methode, welche eine ähnliche Veränderung erheischt haben würde, aus eigener Erfahrung kennen lernen können. Ich erkläre es wiederholt, daß dieß ein Lehrbuch der angewandten Chemie seyn soll, in welchem ich mehrere Theile weiter entwickelt und ausgeführt, so wie ferner Zahlentabellen nebst Zeichnungen beigefügt habe, die zum genauen Verstehen der darin abgehandelten Gegenstände erforderlich sind.

Einleitung.

§. 1.

Allgemeine Definition der Chemie.

1. Wenn irgend ein Umstand zwei Substanzen oder zwei Körper zur wechselseitigen Berührung veranlaßt, so bieten sich uns hierbei verschiedene Erscheinungen dar. Sind es zwei starre Körper z. B. eine Eisenplatte und eine Glasplatte, an welchen wir mittelst unserer Instrumente oder vermöge unserer Sinne eine Verschiedenheit der Temperatur wahrnehmen, so werden sie, eine Zeit lang sich selbst überlassen, bald in einem Zustande des Gleichgewichtes kommen, worin beide die nämliche Temperatur besitzen. Der aufmerksame Beobachter wird sich zugleich überzeugen können, daß mit Ausnahme dieses Umstandes jeder dieser Körper seine besondern, vor dem Versuche besitzenden Eigenschaften beibehält. Man erhält in dieser Beziehung selbst keine andern Resultate, wenn man die starren Substanzen zuvor mechanisch fein zertheilt, um eine vielfachere Berührung der einzelnen Theilchen zu bezwecken.

Wird ein Gemenge von Marmor und Glas in sehr feinen Staub durch pulverisiren umgewandelt, so werden stets die so erhaltenen Theilchen im Kleinen die charakteristischen Eigenschaften der größern Masse, von welcher sie herrühren, besitzen. Der Marmor und das Glas bleiben hierbei im getrennten Zustande nur miteinander gemengt. Auf diese Weise verhält es sich jedoch nicht unter allen Umständen. Eine Eisenplatte, feuchter Luft ausgesetzt, verändert sich schnell und bedeckt sich mit Rost, welcher ihre Oberfläche entstellt und die Politur zerstört. Dieser Rost enthält Eisen, aber unterscheidet sich von diesem Metalle durch seine chemischen Eigenschaften, durch seine Pulverform, durch seine gelbliche Farbe und durch sein Verhalten zum Magnete. Dieser Rost enthält ferner Wasser, aber das darin enthaltene Wasser ist nicht mehr flüssig; außerdem schließt er noch einen Bestandtheil der Luft ein, aber dieser Körper hat sich verdichtet, oder ist mit andern Worten vom gasförmigen Zustande in den starren übergegangen. Die Berührung, in wel-

cher das Wasser, die Luft und das Eisen miteinander gestanden haben, hatte demnach eine wechselseitige Einwirkung zur Folge, durch welche diese Körper wesentlich verändert wurden. Selbst wenn man Essig auf polirten Marmor gießt, so entsteht ein langsames Kochen, der Essig verliert seinen sauern Geschmack und der Marmor ist mehr oder minder tief geätzt worden.

Diese beiden großen Klassen von Erscheinungen, welche sich als Folge der Berührung der Körper darbieten, gehören zwei verschiedenen Zweigen des menschlichen Wissens an, die sich einander nahe stehen, aber doch leicht, bei genauerer Betrachtung, von einander getrennt werden können. Die Chemie hat es nur mit derjenigen Art von Berührungserscheinungen zu thun, welche von irgend einer Mischungsveränderung des Körpers begleitet sind; alle übrigen Fälle gehören der Physik an. Die Veränderungen, welche ausserdem noch in Beziehung auf die Anordnung oder die Eigenschaften einer Masse gleichartiger Theilchen eines Körpers statt finden, können den Chemiker nur beiläufig interessiren, während er dagegen seine ganze Aufmerksamkeit denjenigen Erscheinungen widmen muß, welche bei der Berührung der Körper zugleich eine Vereinigung oder Trennung der ungleichartigen Theilchen derselben zur Folge haben. Es genügt in dieser Beziehung einen Blick um uns zu werfen, die Beschaffenheit der Gebirgsmassen, welche die Erdoberfläche bilden, so wie die Organisation der darauf lebenden Wesen zu untersuchen und die in den Fabriken und Werkstätten üblichen Verfahrensorten näher zu prüfen, um sich zu überzeugen, daß wir von einer Menge mannigfaltiger Stoffe umgeben sind, welche ohne Unterlaß sich verbinden oder trennen, um so dem Anscheine nach unaufhörliche Veränderungen hervorzubringen.

2. Diese Körper ihrer Zusammensetzung gemäß zu ordnen und die Gesetze, welchen diese Veränderungen in ihnen unterworfen sind, zu studiren das ist der Zweck der Chemie. Diese Wissenschaft zerfällt demnach in zwei Theile: der erste als der rein beschreibende hat das Studium der äußern Eigenschaften aller einfachen und zusammengesetzten Körper zum Gegenstand; der zweite, in Absicht auf Methode und des zu behandelnden Gegenstandes höher stehend, sucht zu erforschen, was in der Zusammensetzung der Körper und ihrer wechselseitigen Wirkungen gemeinsames existirt.

Wären wir genöthigt von den uns sich darbietenden Naturkörpern einen nach dem andern zu studiren, so würde unser Gedächtniß dadurch ermüdet werden und bald von einem ähnlichen Vorhaben abzustehen gezwungen seyn. Glücklicherweise ist dem nicht also.

Wir beobachten in der Natur oder erhalten durch das Experiment in unsern Laboratorien eine gewisse Anzahl von

Körpern, an denen sich folgende Eigenschaften und darbieten: sie unterscheiden sich von einander durch einen oder mehrere Merkmale; sie können sich mit verschiedenen Stoffen verbinden, aber trennt man sie wieder von denselben, so erlangt jede derselben seine ursprünglich besitzenden Eigenschaften wieder; es ist unmöglich durch irgend ein Mittel aus ihnen Substanzen abzuscheiden, die ihrer Natur nach von einander verschieden wären; diese Gruppe von Wesen nennt man einfache Körper, Grundstoffe, Elementarstoffe, oder Elemente. Man zählt deren jetzt zwei und fünfzig und alle übrigen Substanzen sind nur Verbindungen derselben in mancherlei Verhältnissen. Betrachtet man diejenigen einfachen Substanzen nicht näher, von welchen man bis jetzt in den Künsten noch keine Anwendung zu machen Gelegenheit hatte, so bleibt uns nur eine kleine Reihe allgemeiner Gesetze und einige einfache oder zusammengesetzte Körper zu studiren übrig, deren häufige Anwendung im Leben eine genauere Betrachtung erheischt.

3. Zwei Hypothesen lassen sich aufstellen, um zu erklären, wie sich die genannten Körper unter sich mit einander verbinden. Schon die Philosophen der Alten erschöpften sich in Speculationen über diesen Gegenstand. Ihre Meinungen wurden wieder aufgestellt von den Gelehrten neuester Zeit, die sich mit naturwissenschaftlichen Forschungen beschäftigen. Lange wurden dieselben ohne Erfolg auf rein theoretische Wege bestritten, bis endlich in der letzten Zeit eine Reihe mannichtiger und genauer auf Erfahrung sich stützenden Untersuchungen angestellt wurden, die unsere Wahl in dieser Beziehung bestimmten. Nach der einen Hypothese nimmt man an, daß die Theilchen, aus welchen ein Körper zusammengesetzt ist, einer unendlichen Theilbarkeit fähig seyen. Hieraus folgerte man nun zunächst, daß die Körper sich untereinander in allen denkbaren Proportionen verbinden müßten. Bei der zweiten Annahme dagegen betrachtet man die Materie als zusammengesetzt, aus zwar sehr kleinen, aber nicht weiter theilbaren Theilchen. Findet nun in letzterem Falle eine Verbindung statt, so muß sie als das Resultat einer innigen Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen der einfachen Körper, welche sich mit einander verbinden, betrachtet werden. Jeder dieser Körper bildet mit einer bestimmten Anzahl von Theilchen eine Verbindung, welche auch beständig dieselbe bleibt, unter sonst gleichen Umständen. Verändern sich jedoch diese Theilchen, indem sich eine neue Verbindung erzeugt, so wird diese in Absicht auf ihre Zusammensetzung in ganz einfachen Verhältnissen mit jener der ersten Körper stehen. Man wird sich leicht ein treues Bild von dieser Erscheinung machen können, wenn man Bleikugeln mit Zinnkugeln zusammenlöthet. Zu dem Ende könnte man eine Bleikugel mit einer, zwei oder drei Zinnkugeln

verbinden, oder umgekehrt eine, zwei oder drei Bleikugeln mit einer Zinnkugel. Betrachtet man der ersten Bedingung gemäß die Kugeln als untheilbar, so wird das Verhältniß der Kugeln eines jeden Metalles stets durch eine ganze Zahl bei diesen verschiedenen Gruppen ausgedrückt seyn. Diese Hypothese stimmt so vollkommen mit den Resultaten aller chemischen Analysen überein, daß es in der That schwer ist, sich eine richtige Idee von den natürlichen Erscheinungen zu machen, ohne die Beweise, auf welche sie sich stützt und die Folgerungen, zu welchen sie führt, näher studirt zu haben. Wir werden dies später sorgfältig zu thun uns bemühen.

4. In der Folge wird gezeigt werden, daß wenn zwei verschiedene Körper sich berühren, eine Vertheilung des elektrischen Fluidums statt findet, und zwar auf solche Weise, daß der eine positive und der andere negative Elektrizität erhält. Was bei der Annäherung zweier Körpermassen, im Großen vorgeht, das zeigt sich weit energischer noch, wenn die kleinsten Theilchen der Materie selbst sich eng aneinander lagern, um eine Verbindung zu erzeugen. Indem hierbei eine Bewegung des elektrischen Fluidums wahrnehmbar ist, findet zugleich eine mehr oder minder beträchtliche Entbindung von Wärme statt, wovon wir uns täglich überzeugen können indem die Verbrennung der Kohle, des Holzes, der Ole u. s. w. darin besteht, daß sich Bestandtheile, welche in diesen Substanzen enthalten sind, mit einem der Gase verbinden, woraus die atmosphärische Luft zusammengesetzt ist. Um alle diese Erscheinungen zu erklären und die geheime Beziehung aufzufassen, welche zwischen der Erzeugung des Lichtes und der Wärme und der einer neuen Verbindung existirt, nahm man seine Zuflucht zu verschiedenen Hypothesen, welche sich auf wohlbekannte Naturgesetze gründen, denen die Bewegungen des elektrischen Fluidums unterworfen sind. Die elektro-chemische Theorie soll demnach zuvörderst die Resultate erklären, welche sich bei Vereinigung der kleinsten Theilchen einfacher Körper ergeben; allein dieselbe beschränkt sich nicht nur auf diese Anforderung, sondern sie will noch die innige Verbindung, welche zwischen den Theilchen nach der Vereinigung existirt, so wie die Umstände, welche ihre Trennung bestimmen, genügend erklären und zwar so, daß wir beim Studium der Chemie nur eine Reihe von elektrischen Beziehungen zwischen den Theilchen eines Körpers von einem bestimmten Gewicht und einer gegebenen Dimension näher zu betrachten hätten. Die Einfachheit dieser Betrachtungsweise verdient alle Aufmerksamkeit, überhaupt wenn man beachtet, daß sie seit ihrer Entstehung den Beifall aller Chemiker Europas erhalten hat.

5. Man kann auch alle chemischen Erscheinungen ansehen, als seyen sie eine Folge der Thätigkeit gewisser Kräfte, welche das Streben äußern die Körpertheilchen in Be-

regung zu setzen, die an sich träge und bewegungslos sind. Hierbei konnte man jedoch die Frage aufwerfen: ist die Elektrizität die einzige Kraft, welche bei diesen Erscheinungen einen Einfluß übt? die Erfahrung lehrt uns, daß die Anziehung, welche die schweren Körper auf einander ausüben, und die als Grundlage bei Erklärung aller astronomischen Erscheinungen dient, nur in wenigen Fällen und auf eine uns noch ziemlich unbekannte Weise bei dem Auseinanderwirken der Theilchen der Materie thätig ist. Dagegen übt das Licht, die Wärme und überhaupt die Elektrizität, einen solchen Einfluß auf die Erscheinungen aus, welche zwischen den Theilchen statt finden, daß man beinahe annehmen kann, es finde keine Bewegung ohne Mitwirkung einer dieser drei wirksamen Materien statt.

Die Meinungen der Physiker hinsichtlich der eigentlichen Natur dieser drei Agentien sind getheilt.

Einige betrachten sie als besondere Fluide, die unwägbare durch ihre Gegenwart oder Abwesenheit, oder auch durch ihre Anhäufung die uns sich darbietenden Erscheinungen veranlassen. Andere nehmen die Existenz eines einzigen unwägbaren Fluidums, Aether genannt, an, welches allgemein in der Natur verbreitet seyn soll und dessen verschiedenartige Bewegungen alle diejenigen Resultate erzeugen, welche wir dem Lichte, der Wärme und der Elektrizität zuschreiben. Wie es sich denn auch mit diesen beiden Meinungen verhalten mag, so dürfen wir nur in der Chemie diese drei Thätigkeitsquellen als Kräfte oder Potenzen betrachten, deren Natur uns wenig bekümmert, vorausgesetzt, daß wir die Gesetze, welchen sie unterworfen sind, beobachten können, oder wenigstens das, was sich allgemein gültiges bei ihrem Einflusse darbietet, zu schätzen im Stande sind.

6. Die innere Anordnung der Theilchen, welche einen Körper bilden, ist noch nicht genauer bekannt. Sie war der Gegenstand mehrerer von den Physikern aufgestellten Hypothesen, allein es scheint, daß man vorerst auf diese zu frühzeitigen Spekulationen verzichtet habe und noch weitere Beobachtungen und Erfahrungen abwarten will, bevor man die Versuche, diesen schwierigen Gegenstand näher zu erforschen, erneuert. Wir kennen weder die Form, noch das Volumen oder die Farbe dieser Theilchen; auch sind uns die Gesetze nicht bekannt, denen sie folgen wenn sie sich ordnen und gruppieren, aber die Erfahrung lehrt uns, daß sie sämtlich schwer sind. Diese Eigenschaft unterscheidet sie von dem Lichte, der Wärme und der Elektrizität, die unwägbare sind.

Der Weg, welchen wir bei unserm Studium einschlagen werden, ist demnach von selbst durch die allgemeinen Ideen, die wir aufgestellt haben, vorgezeichnet. Wir werden die Methoden näher untersuchen, welche man anwandte, um das Gewicht der kleinsten die Materie constituirenden

12 Von den verschiedenen Zuständen der Materien.

Theilchen zu bestimmen, und die Lehrsätze prüfen, welche die atomistische Theorie aufgestellt hat. Zuvörderst aber werden wir den Einfluß zu bestimmen suchen, welchen die Kohäsion ausübt bei dem gegenseitigen Aufeinanderwirken der Theilchen, welche die Körper bilden. Hierauf soll die Elektrizität, die Wärme und das Licht in ihren Beziehungen zu den chemischen Erscheinungen studirt werden, so daß wir endlich nach diesen Vorbereitungen zur speziellen Betrachtung derjenigen Körper schreiten können, die in den Künsten und Gewerben angewandt werden.

§. 2.

Von den verschiedenen Zuständen der Materien.

7. Die Materie stellt sich unsern Sinnen in drei verschiedenen Zuständen dar, wovon man leicht einen Begriff sich machen kann, wenn man die uns umgebende Natur näher betrachtet. Das Wasser bietet uns in dieser Beziehung ein Beispiel von der Leichtigkeit dar, mit welcher ein und derselbe Körper aus einem dieser Zustände in den andern übergehen kann. Wir kennen dasselbe in festem Zustande als Eis oder Schnee, tropfbar flüssig als gewöhnliches Wasser und Wasser im Zustande eines Gases als unsichtbarer Dampf. Unter dieser letzten Form findet sich das Wasser in der Atmosphäre; um sich hiervon zu überzeugen, hat man nur nöthig, die Erscheinungen genau zu beachten, welche beim Sieden dieser Flüssigkeit statt finden. Man bemerkt häufige Dämpfe aus dem Gefäße steigen; diese Dämpfe erheben sich mehr oder minder schnell und ihre weißliche Farbe verliert sich allmählig, indem sie bald in der sie umgebenden Luft verschwinden, als ob das Wesen, was ihnen das Daseyn gab, plötzlich gestört worden wäre. Es ist dies jedoch nie der Fall, wovon man sich leicht durch folgenden Versuch überzeugen kann: man fülle ein Gefäß von Glas mit gestoßenem Eis oder kaltem Wasser von $+ 2^{\circ}$ oder $+ 3^{\circ}$ und nachdem es verschlossen und auf der äußern Fläche abgetrocknet worden, bringe man es an einen Ort, wo die Temperatur z. B. $+ 20^{\circ}$ oder $+ 25^{\circ}$ sey. Sogleich werden sich die äußern Wände mit tropfbarflüssigen Wasser bedecken, obgleich die Luft scheinbar trocken und vollkommen durchsichtig ist. Das Wasser kann demnach im festen, tropfbarflüssigen und dampf- oder gasförmigen Zustand existiren.

8. Eine Menge Körper bieten, wie das Wasser, die Eigenschaft dar, die drei Formen desselben annehmen zu können. Andere dagegen wurden bis jetzt bloß in starrem Zustande beobachtet, wie z. B. das Holz; versucht man es durch Erhitzen zu schmelzen, so erleidet es seiner Natur nach wesentliche Veränderungen. Noch andere Körper kennt man nur

im starren und tropfbarflüssigen Zustand, wie das Gold; es kann durch die Einwirkung der Wärme geschmolzen aber nicht in den gasigen Zustand übergeführt werden. Ferner giebt es noch solche, die bloß im tropfbarflüssigen oder gasförmigen Zustand existiren z. B. der Weingeist; wird derselbe selbst einer sehr niedrigen Temperatur ausgesetzt, so verändert er seinen Zustand nicht, wogegen er, nur sehr gelinde erwärmet, gleich dem Wasser gänzlich verschwindet und sich in Dampf verwandelt. Endlich kennen wir Körper, die sich bloß in Dampf- oder Gasform darstellen. Diese Reihe von Substanzen ist nicht zahlreich; die Atmosphäre, die uns umgiebt, bietet ein Beispiel hiervon dar. Wie groß die Kälte auch immer ist, welcher dieselbe ausgesetzt werden kann, so behält sie doch stets ihre gewöhnliche Form bei. Unter gewöhnlichen Umständen sind die starren Körper bei weitem die zahlreichsten auf der Erdoberfläche; ihnen folgen die tropfbarflüssigen, und endlich die Gase, deren Anzahl sich ungefähr nur auf 25 beläuft. Unter diesen dreierlei Formen bietet die Materie allgemeine Eigenschaften dar, deren Kenntniß erforderlich ist, wegen der häufigen Anwendungen welche man davon in der Chemie macht. Hier können wir jedoch nur auf die Nothwendigkeit, diese näher kennen zu lernen, hinweisen, da die Lehrbücher der Physik allein diesen Gegenstand so ausführlich behandeln, als es erforderlich ist. Wir setzen in der Folge stets voraus, daß der Leser dieses Werkes die allgemeinen Kenntniße der theoretischen Physik besitze.

Q. Wir nehmen demnach an, daß die Veränderungen der Kohäsion oder der Kraft, welche die gleichartigen Theilchen der Körper miteinander verbindet, bereits in den verschiedenen Zuständen der Materie studirt worden sind. Wir setzen ferner voraus, daß der Leser die allgemeinen Gesetze der Erscheinungen kenne, welche die Wirkung der Wärme, des Lichtes, der Elektricität und des Druckes auf starre, tropfbarflüssige und gasige Körper bestimmen. Endlich betrachten wir als bekannt, einige physikalische Instrumente als z. B. die Elektrirmaschinen, die Volta'sche Säule &c. wovon der Chemiker häufig Gebrauch macht.

Indem wir so den Plan dieses Werkes auf die Darstellung der Erscheinungen beschränken, welche durch Kräfte hervorgebracht werden, die wir als bekannt voraussetzen, so werden wir jedoch keinesweges das Studium dieser Kräfte in Beziehung auf den Einfluß, den sie bei chemischen Reaktionen ausüben, bei Seite setzen. Wir werden später wieder darauf zurückkommen, indem wir uns jedoch sorgfältig bei diesem Studium auf die klare und einfache Darstellung dieses Einflusses beschränken werden.

Nachdem festgestellt worden, daß die Schwere eine wesentliche Eigenschaft der Materie ist, daß diese in zwei große Klassen von Körpern zerfällt, nämlich in einfache oder we-

nigstens unzersehbare und zusammengesetzte, und daß endlich diese Körper, sowohl einfache als zusammengesetzte, in drei verschiedenen Zuständen existiren können und sich uns als Gas, Tropfbarflüssiges oder Starres darstellen, so ist es nöthig einen Schritt weiter zu thun und die in der Sprache der Chemiker vorkommenden eigenthümlichen Wörter zu erklären.

S. 3.

N o m e n k l a t u r.

10. Alle Erfahrungswissenschaften bieten fortschreitende Veränderungen in dem Wesen ihrer Nomenklatur dar. Diese, indem sie stets ein treues Bild von dem Zustande unserer Kenntnisse darstellen soll, unterliegt beständigen und zwar um so häufigern Abänderungen, als die Untersuchungen der Forscher oder Beobachter selbst zahlreicher und ergiebiger sind. Die Nomenklatur der zusammengesetzten Substanzen und ihre Klassifikation müssen demnach in näherer Beziehung zu einander stehen, so daß es am zweckmäßigsten ist, die Körper dergestalt zu gruppiren, daß diejenigen mit einander vereinigt werden, welche die meisten Eigenschaften gemeinschaftlich besitzen. Was die Namen betrifft, so sind diejenigen die geeignetsten, welche zugleich dem Geiste einen gedrängten Umriss der jedem von ihnen zukommenden Charaktere darbietet. Schon in den frühern Epochen der Chemie wird diese Tendenz wahrgenommen. Jeder Name bezog sich auf gewisse Umstände, die aus der Geschichte des Körpers genommen waren, aber die Wahl desjenigen besondern Gesichtspunktes, welcher hierbei vorzugsweise zur Bestimmung gedient hatte, war willkürlich. Die einfachen Körper sind jetzt noch die einzigen, deren Namen keiner Regel unterworfen sind. Zu jener Zeit, wo unsere neue Nomenklatur geschaffen ward, wollte man dieselben so verändern, daß sie bezeichnend seyn sollten, aber es entstand dadurch bei den Ableitungen eine Verwirrung. Man zählt jetzt zwei und fünfzig dieser Grundstoffe.

11. Man theilte die einfachen Körper in zwei Klassen ein. Die erste begreift die gasförmigen in sich so wie diejenige starren, welche schlechte Leiter der Elektrizität, durchscheinend und nicht metallisch glänzend sind. Man nennt diese nicht metallische Körper, nämlich:

Boron, Brom, Chlor, Fluor, Iod, Kiesel, Kohlenstoff, Phosphor, Sauerstoff, Schwefel, Selen, Stickstoff, Wasserstoff. Die zweite Klasse begreift diejenigen Körper in sich, welche metallischen Glanz besitzen, und außerdem gute Leiter der Elektrizität und Wärme und sämtlich undurchsichtig sind. Bis jetzt kennt man keinen derselben, der bei gewöhnlicher

Temperatur gasförmig wäre. Es sind dies die Metalle, nämlich:

Aluminium, Antimon, Arsenik, Baryum, Beryllium, Blei, Calcium, Cerium, Chrom, Eisen, Gold, Iridium, Kadmium, Kalium, Kobalt, Kupfer, Lithium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Natrium, Nickel, Osmium, Paladium, Platin, Quecksilber, Rhodium, Silber, Strontium, Tantal, Tellur, Titan, Uran, Wismuth, Wolfram, Yttrium, Zink, Zinn, Zirkonium.

Man bemerkt sogleich, daß der größte Theil dieser Namen willkürlich gewählt, oder aus der Sprache des gemeinen Lebens genommen worden ist. Dies ist jedoch nicht der Fall bei denjenigen Ausdrücken, die ich zur Bezeichnung der Verbindungen wählte, welche diese Körper durch ihre Vermengung miteinander bilden.

Ich werde in diesem Werke stets einer Regel folgen, welche gewöhnlich mit der schon gebräuchlichen Nomenklatur übereinstimmt, und welche außerdem den Vortheil darbietet, daß sie die Benennung jeder Verbindung an eine Idee anknüpft, die in der Chemie von großer Bedeutung ist. Es besteht dieselbe darin, daß man bei den zusammengesetzten Namen, den jedes Grundstoffes in derselben Ordnung setzt, welche ihm seinem elektrenegativen Werthe nach zukommt; oder mit andern Worten, wenn man sich eine Verbindung dem elektrischen Strome der galvanischen Säule ausgesetzt denkt, so bestimmt der Körper, welcher sich an den positiven Pol bezieht, die Gattung (genus) und der an den negativen Pol tretende die Art (species), diese Regel bietet keine Schwierigkeit in ihrer Anwendung dar, wenn die Rede von binären Verbindungen ist. Schwieriger wird dies schon bei zusammengesetzten Verbindungen, und wir werden genöthigt seyn, bisweilen von dieser Regel abzuweichen, um die Einführung neuer Wörter in der chemischen Sprache, die den Leser nur verwirren konnte, zu vermeiden; glücklicherweise sind diese Fälle sehr selten.

12. Ehe wir zur Darlegung der Grundsätze der chemischen Nomenklatur schreiten, müssen wir noch einige allgemein gebräuchliche Ausdrücke näher erklären. Man unterscheidet unter den verschiedenen zusammengesetzten Körpern: Säuren, Basen, und Salze.

Die Salze sind Verbindungen, gebildet durch die Vereinigung zweier bereits zusammengesetzter Körper. Setzt man die Salze der Einwirkung der galvanischen Säule aus, so werden sie zerlegt; von beiden Verbindungen, aus welchen sie bestehen, tritt die eine an den positiven, die andere an den negativen Pol. Diejenigen, welche sich an den positiven Pol begeben, ist eine Säure, die andere welche dagegen vom negativen Pol angezogen worden, ist eine Basis.

Wir nennen indifferent die Verbindungen, welche weder die Rolle einer Basis noch einer Säure spielen, so

die ferner diejenigen, welche in vielen Fällen sowohl die eine als die andere Rolle spielen.

Es zeigt sich bei genauerer Beobachtung, daß die Eigenschaften der Basen, so wie der Säuren nicht absolut d. h. nicht stets unveränderlich dieselben sind, denn ein und derselbe Körper kann bisweilen als Basß gegen die eine und als Säure gegen die andere Verbindung auftreten.

Es geht aus dem bereits Gesagten hervor, daß bei den Salzen, der Name der Säure die Gattung, und der der Basß die Art bestimmt.

13. Der Sauerstoff wird uns die beste Gelegenheit darbieten, die erwähnte Regel in allen ihren Modifikationen zu studiren. Die Reihe von Körpern, denen er angehört, besitzen sehr häufig die Eigenschaft, sich untereinander zu verbinden und bei weitem der größte Theil der bekannten zusammengesetzten Körper besteht entweder aus binären Sauerstoff-Verbindungen oder aus Verbindungen, welche durch oxygenirte Körper gebildet sind. Dieser Umstand veranlaßte die Urheber der neuen Nomenklatur, ihm eine ausschließliche Bedeutung beizulegen, und wir sind genöthigt ihrem Beispiele zu folgen, bis die Chemiker unserer Zeit übereinstimmend mit einander, die ganze Nomenklatur neu gestalten werden. Hier werden wir stets eine möglichst vollkommene Anwendung unserer Allgemeinen Regel wieder finden.

Die Verbindungen, welche aus zwei oxygenirten Körpern gebildet sind, können sich, der Einwirkung der galvanischen Säule unterworfen, auf zweierlei Art zersetzen. Ist die Säule stark, so erhält man an jedem der Pole die einfachen Körper, aus welchen die Verbindung zusammengesetzt war; ist dieselbe aber schwach, so trennen sich nur die beiden oxygenirten Körper, ohne eine weitere Veränderung zu erleiden. Der eine von ihnen, welcher sich an den positiven Pol begiebt, besitzt saure Eigenschaften, die sich namentlich kundgeben durch den sauren Geschmack und die Fähigkeit Lakmuskinktur zu röthen; dagegen ist der andere, sich an den negativen Pol begebende Körper mit alkalischen Eigenschaften begabt, die sich durch harnartigen Geschmack und durch die Fähigkeit, die geröthete Lakmuskinktur wieder blau zu färben, zu erkennen geben.

Die oxygenirten *) Körper, welche sich an den positiven Pol begaben, werden mit dem Namen Säuren bezeichnet.

Die andern heißen Dryde, welche Benennung im weitern Umfange des Wortes auch solchen Körpern beigelegt

*) Wir nennen oxygenirt alle diejenigen Grundstoffe, welche mit Sauerstoff verbunden sind, ohne auf ihre sauren oder alkalischen Eigenschaften Rücksicht zu nehmen. G.

bezeichnet, nur meistens zwei Säuren oder Säuren bilden könne, und es werde dann die das größtmögliche Sauerstoff enthaltende Säure so bezeichnet, dem Namen des Grundstoffs nur das Wort Säure z. B. Schwefelsäure bezeichnet diejenige Säure des Schwefels, welche das Maximum von Sauerstoff enthält; wurde bei der zweiten der Name des Grundstoffs objectiv verwandelt, und man ließ das Wort Säure quantitativ nachstellen, z. B. schweflichte Säure, ganze Säure des Schwefels, welche weniger Sauerstoff enthält als die Schwefelsäure. Seitdem hat man aber auch beiden stehende Säure entdeckt und Unterschwefelsäure genannt, so wie auch eine Säure, welche noch weniger Sauerstoff als die schweflichte Säure enthält, der man den Namen Unterschweflichte Säure beilegte. Nach Kezel verfährt man bei allen ähnlich zusammenzusetzen.

Je verschiedenen Verbindungen, welche die Körper mit Sauerstoff eingehen, um Dryde zu bilden, werden diese Weise bezeichnet. Man geht von derjenigen Verbindung aus, welche die kleinste Menge Sauerstoff enthält, und rechnet so weiter fort wie bei den Säuren; auf diese unterscheidet man 4 Dryde oder Drydationsstufen: Dryd, Drydul, Dryd, Superoxyd. In den meisten Fällen kennt man von den Körpern nur zwei Drydationen, und bezeichnet sie dann durch Drydul und Dryd. Die beiden Drydationsstufen sind es auch, welche gewöhnlich den Säuren Verbindungen eingehen und Salze bilden.

Diejenigen Verbindungen, welche aus der Vereinigung oxydirten Körper mit den Säuren hervorgehen, erhalten den Namen Salze; diese Namen werden so gebildet, daß der Name der Säure als Adjectiv dem als Substantiv stehenden Dryde vorsetzt. Nach der Säure wird die

der eine Bestandtheil in zu geringer Menge vorhanden ist, um die Eigenschaften des andern aufzuheben oder mit andern Worten um ihn zu neutralisiren. Es ergeben sich hieraus dreierlei Arten von Verbindungen die man folgendermaßen näher bezeichnet:

Neutralsalze, saure Salze, basische Salze. Diese Benennungen konnten genügen zu einer Zeit, wo die Analyse noch keine großen Fortschritte gemacht hatte, allein heut zu Tage, wo man beinahe alle Salze näher untersucht hat, mußte man dieselben so zu wählen suchen, daß sie den Werth der Verbindungen auf eine bestimmtere Weise angeben.

Es war dies vorzüglich dann erforderlich, wenn ein und dasselbe Dryd mehrere saure oder basische Salze bilden konnte, was nicht selten der Fall ist. Diese schärfere Bestimmung konnte leicht gemacht werden, wenn man berücksichtigte, daß die Säure der sauren Salze stets eine Vielfache von der Säure der neutralen Salze ist, und daß auch ein gleiches Verhältniß bei dem in den basischen Salzen enthaltenen Quantum von Säure statt findet. Statt nun neutrales oder saures schwefelsaures Kali zu sagen, ist es zweckmäßiger einfach oder doppelt schwefelsaures Kali dafür zu gebrauchen, wodurch ausgedrückt wird, daß im zweiten Salz der Säuregehalt doppelt so groß als in dem ersten ist. Man fährt auf diese Weise weiter fort und erhält so z. B. dreifach, vierfach, sechsfach schwefelsaure Salze, wodurch angedeutet ist, daß der Säuregehalt drei, vier und sechsmal so groß als der im Neutralsalze ist. Bisweilen wird dies Verhältniß der Säuremenge durch gebrochene Zahlen ausgedrückt und häufig findet dann der Fall statt, daß der Säuregehalt im sauren Salze nur um die Hälfte größer ist als im neutralen Salze, was dann durch anderhalb bezeichnet wird, indem man es dem Namen des Salzes vorsetzt; z. B. kohlensaures Natrum, anderthalb kohlensaures Natrum, doppelt kohlensaures Natrum.

Zur nähern Bezeichnung der basischen Salze wählte man Brüche, welche den Säuregehalt derselben, verglichen mit dem der neutralen Salze ausdrücken. Z. B. Ein viertel schwefelsaures Eisenoryd, zwei drittel phosphorsaurer Kalk; hierdurch wird gesagt, daß der Säuregehalt in dem ersten Salze ein viertel und in dem zweiten zwei drittel von dem Säuregehalt der neutralen Salze beträgt.

Im Lateinischen kann man Drydul und Dryd durch die Endigung *osus* und *icus* bezeichnen, welche dem Namen des Körpers, welcher mit Sauerstoff eine Salzbasis bildet, angehängt wird, z. B. Eisenorydul *oxidum ferrosus*, Eisenoryd *oxidum ferricum*. Berzelius benützte dies bei Bildung der lateinischen Nomenklatur, indem er zugleich analog dem französischen Gattungsnamen des Salzes d. h. dem-

ist in neuer Zeit so große Fortschritte gemacht hat, zurückzuführen. Dem Anfänger müssen wir deshalb empfehlen, die Nomenklatur zu erlernen wie eine Sprache, nicht aber als den Ausdruck eines Systems.

§. 4.

Von den Mischungsgewichten.

20. Die Wichtigkeit der atomistischen Theorie beim Studium der Chemie muß Jedem, der die Natur auf eine philosophische Weise zu betrachten strebt, aufmuntern sein Augenmerk auf diese gleichmäßige Ordnung in derselben zu richten. Unter den Resultaten, welche durch die Forschung des menschlichen Geistes in neuerer Zeit gewonnen wurden, dürfte das Erkennen dieser Gesetze vielleicht als das merkwürdigste zu betrachten seyn, insofern es sich eng an die Ideen knüpft, welche wir uns von der Materie im Allgemeinen machen, so wie von den Grenzen ihrer Theilbarkeit und von der Form und den verschiedenen Eigenschaften der Theilchen, aus welchen sie zusammengesetzt ist. Wir werden in der Folge die Thatsachen und die Folgerungen wozu diese führen darzulegen suchen.

21. Man fand bei genauer Zerlegung der Säuren, welche durch die Vereinigung des Schwefels mit dem Sauerstoff entstehen, daß

100	—	und 50	Sauerstoff	Unterschwefelichte Säure
100	—	und 100	—	Schwefelichte Säure
100	—	und 150	—	Schwefelsäure

haben.

Man bemerkt hierbei, daß die Zahlen, welche das Gewicht des Sauerstoffs in den verschiedenen Verbindungen ausdrücken, unter sich wie 1 : 2 : 3 sich verhalten. Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir in allen Reihen zweifacher Verbindungen. Dieses merkwürdige Gesetz, welchem man den Namen des Gesetzes von den multiplen Verhältnissen gab, war ein wesentlicher Beitrag zur genauern Kenntniß der atomistischen Theorie. Es wird durch dasselbe dargethan, daß die Verbindungen zwischen verschiedenen Körpern nur auf eine sehr bestimmte, regelmäßige Weise statt finden; man konnte noch hinzufügen, daß alle Körper derselben Nothwendigkeit unterliegen, wie dies in der Folge in den Tafeln, welche dies Werk enthält dargethan werden soll. Dieses bestimmte Verhältniß beweist also unwiederleglich, daß die Verbindungen nicht willkürlich in allen Verhältnissen statt finden. Es setzt ferner hervor, daß im Falle irgend eine binaire Verbindung analysirt worden ist, man auch vorher bestimmen kann, daß wenn die Bestandtheile derselben sich noch in andern Verhältnissen zu verbinden fähig sind, dies stets Vielfache

von einander dadurch unterschieden werden, daß man die Endigung *ür* und *id* an den Namen jenes elektronegativen Körpers anhängt, z. B. Quecksilberchlor*ür* oder Chlorquecksilber mit einem geringern Gehalt an Chlor und Quecksilberchlorid, oder Chlorquecksilber mit einem größern Chlorgehalt; ebenso Quecksilberjod*ür* und Quecksilberjodid.

19. Es giebt mehrere Körper, welche mit Wasserstoff Säuren bilden, die Wasserstoffsäuren genannt werden; hierher gehören Chlor, Jod, Schwefel u. s. w. welche mit Wasserstoff verbunden, Chlormwasserstoffsäure, Jodwasserstoffsäure, Schwefelwasserstoffsäure bilden. Auch hierbei blieb man der Regel getreu, den elektronegativen Körper an die Spitze des Namens zu setzen.

20. Es finden nun noch besondere Fälle statt, die von minderer Wichtigkeit sind und welche später ausführlicher betrachtet werden sollen. Vorläufig bemerken wir nur, daß unter den nichtmetallischen binären Verbindungen zwei existiren, denen man einfache Namen gab. Der Kohlenstoff wurde *Cyan* *) und die Verbindung aus Stickstoff und Wasserstoff, Ammoniak genannt. Bisweilen vereinigen sich auch drei einfache Körper zu einer Verbindung. Der Name derselben wird in diesem Falle so zusammengesetzt, daß man auch hier die einzelnen Elemente nach ihrem elektrischen Werthe ordnet. Wir sagen also Jod-Schwefel-Antimon, Antimonoryd-Schwefelantimon u. s. w. Es soll hierdurch ausgedrückt werden, daß das Antimon in diesen Verbindungen zugleich als Oryd und Schwefelverbindung, oder im erstern Falle als Jodverbindung und Schwefelverbindung existirt.

Unter den einfachen Oxyden behielt das Wasserstofforyd den Namen Wasser bei, welchen es längst führte.

21. Endlich vereinigen sich der Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff in sehr manichfachen Verhältnissen miteinander und bilden dreifache oder ternäre Verbindungen. Auch Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff vereinigen sich und bilden mancherlei vierfache oder quaternäre Verbindungen. Es würde sehr schwierig gewesen seyn, zur Bezeichnung dieser Körper charakterisirende Namen zu schaffen, da dieselben häufig nur sehr wenig, hinsichtlich ihrer quantitativen Zusammensetzung differiren, und nach Gesetzen sich bilden, die uns noch unbekannt sind. Man nahm hier zu einem andern Mittel seine Zuflucht. Beinahe alle dreifache Verbindungen dieser Art finden sich in Pflanzen vor, oder rühren von Mischungsveränderungen her, welche dieselben bisweilen erleiden; die

*) Die Namen der Cyanverbindungen werden auf gleiche Weise wie die der Chlor und Jodverbindungen gebildet, es giebt demnach Cyanüre und Cyanide. &c.

vielfachen Verbindungen dagegen existiren meist in thierischen Körpern. Man theilte sie in drei Hauptklassen ein, nach ihrem sauren, neutralen oder alkalischen Eigenschaften. Ihre Namen wurden gebildet, indem man den Namen der Pflanze, des Thieres oder eines Organs derselben als Wurzelwort nahm und diesem entweder das Wort Säure, im ersten Falle, und die Endigung in im letzten Falle anhängte. So z. B. Zitronensäure, Säure der Zitronen, Gallussäure, Säure der Galläpfel; Chinin, Alkali der Chinarinde, u. s. w. Die neutralen organischen Stoffe werden willkürlich genannt, wie z. B. Zucker, Stärke, Alcohol, Kleber, Gallerte, Käsestoff &c.

22. Indem wir das bereits gesagte kurz zusammenfassen ergibt sich folgendes:

Die chemische Sprache beschränkt sich auf eine kleine Anzahl wesentlicher Regeln.

Alle einfache Namen bezeichnen einfache Körper mit Ausnahme vom Wasser, Cyan, Ammoniak und einigen Namen organischer Körper.

Die einfachen Körper sind metallisch oder nichtmetallisch. Zwei oder mehrere Metalle bilden, verbunden miteinander, eine Legirung. Verbinden sich die nichtmetallischen Körper unter einander oder mit den Metallen, so werden die Namen der Verbindungen aus den Namen der einzelnen Bestandtheile zusammengesetzt, und der electronegative Körper an die Spitze gestellt. Man nennt die oxygenirten Verbindungen verbrannte Körper. Diese sind Säuren, wenn sie sauer schmecken und das blaue Lakmus röthen. Gehen ihnen dagegen diese Eigenschaften ab, so werden sie Dryde genannt. Die Verbindungen der Säuren mit den Dryden heißen in der chemischen Kunstsprache Salze. Phosphorichte Säure ist die Säure des Phosphors mit geringem Sauerstoffgehalt. Phosphorsäure heißt die Säure des Phosphors, welche sehr reich an Sauerstoff ist. Kupferoxydul, Kupferoxyd, Kupfersuperoxyd ist das erste, zweite, und dritte Oxyd des Kupfers. Schwefelsaures Salz heißt die Verbindung der Schwefelsäure mit irgend einem Dryde: Schwefelsaures, halbschwefelsaures, anderthalbschwefelsaures, zweifachschwefelsaures, dreifachschwefelsaures Salz irgend eines Dryds bezeichnet Verbindungen, in welchen eine constante oder unveränderliche Menge von Basis mit verschiedenen Mengen von Schwefelsäure vereinigt ist, deren relatives Verhältniß durch die Zahlen 1, $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, 2, 3 &c. ausgedrückt wird. Hydrat ist eine Verbindung irgend eines Dryds mit Wasser. Wasserstoffsäuren als z. B. Chlorwasserstoffsäure &c. sind Verbindungen eines oder mehrerer Körper mit Wasserstoff, welche alle Eigenschaften der bereits erwähnten Sauerstoffsäuren besitzen.

23. Dies sind die Grundzüge der jetzt gebräuchlichen chemischen Nomenklatur. Wenn man in einem Werke, welches wie das Unsrige praktische Tendenz besitzt, jede Neuerung vermeiden soll, so ist es nichts destoweniger doch nöthig die Umstände zu bezeichnen, welche eine allgemeine Reform in der chemischen Kunstsprache in Zukunft erfordern dürften. Die Gründer dieser Nomenklatur hatten den Sauerstoff von den übrigen Körpern getrennt und isolirt hingestellt. Jetzt weiß man dagegen, daß alle nicht metallischen Körper mit Ausnahme des Wasserstoffs in sehr vielen Fällen dieselbe Rolle wie der Sauerstoff spielen können. Es bilden diese Körper demnach mit gewissen Metallen eigentliche Salzbasen, mit andern dagegen wieder wahre Säuren; diese beiden können dann wiederum unter sich salzähnliche Verbindungen eingehen.

Chlor und Phosphor bilden z. B. eine Verbindung, Chlorphosphor genannt, welche sich ganz wie eine Säure verhält und folglich Chlorphosphorsäure heißen sollte. Auch Chlorquecksilber ist eine ähnliche Säure, und sollte deshalb Chlorquecksilbersäure genannt werden.

Unter den Verbindungen des Schwefels mit Arsenik existiren zwei, welche Säuren sind, man könnte deshalb sagen Schwefelarsenichte Säure und Schwefelarsenikssäure ic.

Andererseits sind Chlorkalium, Chlornatrium Basen; derselbe Fall findet auch bei den Schwefel-Fluor- und Jod-Verbindungen dieser Metalle statt. Es kann also wohl Verbindungen geben, welche aus einer der vorerwähnten Säuren mit diesen Basen bestehen und sonach Chlorquecksilbersaures Chlorkalium oder Schwefelarsenikssaures Schwefelnatrium ic. genannt werden könnten. *)

24. Diese vorgeschlagenen Namen führen jedoch die Unbequemlichkeit mit sich, daß man glauben könnte, es existire Sauerstoff in der Verbindung. Chlorphosphorsäure, Schwefelarsenikssäure scheinen eine Verbindung von Phosphorsäure mit Chlor, oder von Arsenikssäure mit Schwefel zu bezeichnen. In einem Werke, was klar und faßlich geschrieben seyn muß, glaubte ich die bis jetzt gebräuchlichen Namen der bindenden Verbindungen beibehalten zu müssen. Was die Verbindungen betrifft, welche diese wieder unter sich eingehen, so bezeichne ich sie folgendermassen:

Chlorquecksilber-Chlornatrium ist ein aus zwei Chlorverbindungen zusammengesetzter Körper, in welchem die

*) Eine große Reihe solcher Verbindungen, welche der Schwefel mit andern Grundstoffen bildet, hat Berzelius in neuester Zeit untersucht und dafür auch eine eigene Nomenklatur geschaffen. Es kann der Zweck dieses Werkes nicht fern, in rein wissenschaftliche Details einzugehen, weshalb wir denjenigen Leser, der sich genauere Kenntniß davon verschaffen will, auf Berzelius Lehrbuch selbst hinweisen. E.

ist die Rolle einer Säure und die zweite die Rolle einer Base spielt, ganz ähnlich wie in den bereits aufgeführten Sauerstoffsalzen. Ebenso Schwefelarsenik, Schwefelarsenium etc. wobei man nach der angenommenen Grundregel der Körper, welcher die Säure bildet, voraussetzt und den die Base bildenden folgen läßt.

25. Nach den vorangegangenen Betrachtungen halten wir es für zweckmäßig eine gebrängte tabellarische Uebersicht, von den anorganischen Verbindungen zu geben, indem wir zugleich Beispiele von der angenommenen Nomenklatur geben.

1. Einfache Körper { nicht metallische
metallische.

Ihre Namen sind nicht bezeichnend.

2. Zweifache Verbindungen { nicht metallischer Körper unter sich { Säuren
indifferente Körper
Basen
nicht metallischer Körper mit Metallen { Säuren
indifferente Körper
Basen
der Metalle unter sich . . . Legirungen.

Die Sauerstoffsäuren werden, wie bereits erwähnt, bezeichnet, Phosphorichte Säure, Phosphorsäure, Arsenichte Säure, Arsenikssäure, Antimonichte Säure, Antimonssäure. Die nicht sauren Sauerstoff-Verbindungen sind sämtlich Dryde.

Die Namen aller übrigen binären Verbindungen werden entweder so gebildet, daß man bloß die Namen der Bestandtheile miteinander verbindet, z. B. Schwefelblei, oder wie bei Chlor, Jod etc. die Endigungen ür und id diesen elektronegativen Bestandtheilen anhängen kann und damit den zweiten in der Verbindung existirenden Körper verbindet, wie z. B. Zinnchlorür, Zinnchlorid. Ausgenommen von diesen Fällen sind, die Verbindungen des Wasserstoffs wenn dieselben saure Eigenschaften besitzen, wo dann dem Namen der Verbindung noch das Wort Säure beigelegt wird, z. B. Chlornwasserstoffsäure.

3. Dreifache Verbindungen { nicht metallischer Körper unter sich { Säuren
indifferente Körper
Basen
nicht metallischer und metallischer Körper
der Metalle unter sich . . . Legirungen.

Bei Bildung der Namen dieser Verbindungen befolgt man in den meisten Fällen die allgemeine Regel, den Namen der Verbindung aus den einzelnen Namen der Bestandtheile zu-

sammenzusetzen, z. B. Chlorkohlenoxyd, Verbindung aus Chlor und Kohlenoxyd; Jod-Schwefel-Antimon. Die Verbindungen dieser Art sind selten, aber die Mehrzahl derselben spielt oft eine bemerkenswerthe Rolle bei technischen Operationen.

4. Salzverbindungen.

Diese werden stets erzeugt durch das Zusammentreten zweier binären Verbindungen, welche sich miteinander vereinigen, ohne daß ihre Theilchen eine Veränderung zu erleiden scheinen. Diese Klasse ist die Zahlreichste von allen und sie begreift Verbindungen in sich, die gebildet sind durch die Vereinigung

1. Der Sauerstoffsäuren mit den Dryden.
2. Der Wasserstoffsäuren mit den Dryden.
3. Der Chlorverbindungen mit Chlorverbindungen.
4. Der Chlorverbindungen mit den Dryden.
5. Der Jodverbindungen mit Jodverbindungen.
6. Der Jodverbindungen mit den Dryden.
7. Der Chlorverbindungen mit den Jodverbindungen.
8. Der Schwefelverbindungen mit Schwefelverbindungen.
9. Der Schwefelverbindungen mit den Dryden.
10. Der Chlorverbindungen mit den Schwefelverbindungen.
11. Der Jodverbindungen mit Schwefelverbindungen. *ic.*

Für den ersten und zweiten dieser aufgezählten Fälle vereinigt man bloß den Namen der Säure als Adjectiv mit dem der Basis und hat demnach z. B. Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure Salze verschiedener Dryde.

In allen übrigen Fällen werden die Namen dieser Verbindungen aus den Namen der sie bildenden binären Verbindungen zusammengesetzt werden müssen.

26. Die Sauerstoffsäuren, so wie die Wasserstoffsäuren können sich nicht nur mit den Dryden sondern auch mit andern Verbindungen vereinigen; Beispiele hievon sind: Schwefelsaurer Kohlenwasserstoff, Chlormwasserstoffsaures Chlorquecksilber, Schwefelwasserstoffsaures Schwefelkalium *ic.* Es sind dies die neutralen Verbindungen der Schwefelsäure mit Kohlenwasserstoff, der Chlormwasserstoffsaure mit Chlorquecksilber und der Schwefelwasserstoffsaure mit Schwefelkalium. Die mit genannten Säuren vereinigten binären Verbindungen spielen hier die Rolle der Basis.

So sehr wir auch bemüht waren, die bisher gebräuchliche Nomenklatur ihren Grundsätzen nach klar und faßlich darzustellen, so müssen wir doch zugleich auch bemerken, daß gerade diese Grundregeln keine allgemeine Anwendung mehr finden. Die jetzige chemische Nomenklatur steht mit der Wissenschaft nicht mehr im Einklange und ist hinter dieser, wel-

in neuerer Zeit so große Fortschritte gemacht hat, zurückzuführen. Dem Anfänger müssen wir deshalb empfehlen, die Nomenclatur zu erlernen wie eine Sprache, nicht aber als den Inhalt eines Systems.

§. 4.

Von den Mischungsgewichten.

27. Die Wichtigkeit der atomistischen Theorie beim Studium der Chemie muß Jedem, der die Natur auf eine philosophische Weise zu betrachten strebt, aufmuntern sein Augenmerk auf diese gesetzmäßige Ordnung in derselben zu richten. Unter den Resultaten, welche durch die Forschung des menschlichen Geistes in neuerer Zeit gewonnen wurden, dürfte das Erkennen dieser Gesetze vielleicht als das merkwürdigste zu betrachten seyn, in soferne es sich eng an die Ideen knüpft, welche wir uns von der Materie im Allgemeinen machen, so wie von den Grenzen ihrer Theilbarkeit und von der Form und den verschiedenen Eigenschaften der Theilchen, aus welchen sie zusammengesetzt ist. Wir werden in der Kürze die Thatsachen und die Folgerungen wozu diese führen darzulegen suchen.

28. Man fand bei genauer Zerlegung der Säuren, welche durch die Vereinigung des Schwefels mit dem Sauerstoff entstehen, daß

100 Schwefel	und 50 Sauerstoff	Unterschwefelsichte Säure
100 —	und 100 —	Schwefelsichte Säure
100 —	und 150 —	Schwefelsäure

bilden. Man bemerkt hierbei, daß die Zahlen, welche das Gewicht des Sauerstoffs in den verschiedenen Verbindungen ausdrücken, unter sich wie 1 : 2 : 3 sich verhalten. Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir in allen Reihen zweifacher Verbindungen. Dieses merkwürdige Gesetz, welchem man den Namen des Gesetzes von den multiplen Verhältnissen gab, war ein wesentlicher Beitrag zur genauern Kenntniß der atomistischen Theorie. Es wird durch dasselbe dargethan, daß die Verbindungen zwischen verschiedenen Körpern nur auf eine sehr bestimmte, regelmäßige Weise statt finden; man könnte noch hinzufügen, daß alle Körper derselben Nothwendigkeit unterliegen, wie dies in der Folge in den Tafeln, welche dies Werk enthält dargethan werden soll. Dieses bestimmte Verhältniß beweist also unwiederleglich, daß die Verbindungen nicht willkürlich in allen Verhältnissen statt finden. Es geht daraus ferner hervor, daß im Falle irgend eine binäre Verbindung analysirt worden ist, man auch vorher bestimmen kann, daß wenn die Bestandtheile derselben sich noch in andern Verhältnissen zu verbinden fähig sind, dies stets Vielfache

seyn werden von der Menge, welche im ersten Falle gefunden wurde. Wird der eine in der Verbindung existirende Körper als fixe oder unveränderliche Menge angenommen, so variirt der andere nur in den einfachen Verhältnissen von 1, 2, 3, 4, 5 u. selten jedoch darüber.

29. Wir werden zwei Reihen von Verbindungen untersuchen und sehen, daß sie einander in anderer nicht minder werkwürdiger Beziehung nahe stehen.

Silber 2703 u. 200 Sauerstoff bilden Silberoxyd.

Baryum 1713 u. 200 — Baryumoxyd oder Baryt.

Wismuth 1773 u. 200 — Wismuthoxyd.

Kadmium 1393 u. 200 — Kadmiumoxyd.

Calcium 512 u. 200 — Calciumoxyd od. Kalkerde.

Kupfer 791 u. 200 — braunes Kupferoxyd.

Silber 2703 u. 400 Schwefel bilden Schwefelsilber.

Baryum 1713 u. 400 — — Schwefelbaryum.

Wismuth 1773 u. 400 — — Schwefelwismuth.

Kadmium 1393 u. 400 — — Schwefelkadmium.

Calcium 512 u. 400 — — Schwefelcalcium.

Kupfer 791 u. 400 — — Schwefelkupfer.

Aus diesen beiden Tabellen geht hervor, daß eine bestimmte Menge Metall, welche durch 200 Sauerstoff in Oxyd verwandelt wird, dagegen 400 Schwefel erfordert, um ein Schwefelmetall zu bilden; hieraus folgt ferner, daß wenn man 2703 Theile Silberoxyd in Schwefelsilber verwandeln wollte, man 400 Theile Schwefel anwenden müßte, um den Sauerstoff auszutreiben, und umgekehrt 3103 Theile Schwefelsilber würden nur 200 Theile Sauerstoff erfordern, um sich in Oxyd umzuwandeln, wenn der Sauerstoff fähig wäre, den Schwefel aus dieser Verbindung zu treiben.

Dieses wechselseitige Vertreten der Körper nannte man in der Chemie das Gesetz der Äquivalente. Es leuchtet hier sogleich ein, daß 200 Theile Sauerstoff in Absicht auf ihre chemische Wirksamkeit gleichen Werth wie 400 Theile Schwefel besitzen. Verhältnisse dieser Art bieten sich in allen Verbindungen dar, deren Natur scharf charakterisirt ist, so daß man sich bisweilen erlauben darf, die Zusammensetzung eines Körpers nach den Resultaten zu berechnen, welche uns die Analyse eines Andern gegeben hat.

Hätte man z. B. in dem gegebenen Falle die Quantität des Schwefels, welche zur Bildung des Schwefelsilbers erforderlich ist, nicht durch den Versuch bestimmt, so würde man dieselbe sehr leicht aus der Sauerstoffmenge finden können, welche dies Metall erfordert, um in den Zustand des Oxydes

angegeben. Man würde in diesem Falle gefolgert haben: 200 Zinn und 200 Sauerstoff das Silberoxyd bilden, es würden also Schwefel nothig seyn, um den Sauerstoff zu sättigen, und wir würden demnach 2703 Silber und 400 Schwefel als das Schwefelsilber haben. Man macht sehr leicht in der Chemie auf diese Weise Anwendung von dem Gesetz der Aequivalente, namentlich um das quantitative Verhältniß gewisser Substanzen zu bestimmen, welche Verbindungen bilden, die man bisher noch nicht zerlegen konnte; man muß hierbei jedoch mit großer Umsicht verfahren, indem man sonst Gefahr läuft in grobe Irrthümer zu verfallen. Nächst z. B. der Fall statt, daß ein Metall fähig ist, in mehreren Verhältnissen mit Sauerstoff und Schwefel zu verbinden und somit mehrere Oxyde und Schwefelverbindungen bilden kann, so kann nur durch Versuche allein ermittelt werden, welches die einander entsprechenden Verbindungen sind.

31. Es giebt besondere Fälle, in welchen man das Gesetz der Aequivalente mit großem Vortheile anwendet; nämlich wenn man die Salze in Absicht auf ihre Zusammensetzung betrachtet. Es erweist sich für ein Charakter, mittelst dessen man durch eine einfache Untersuchung unter mehreren zusammengesetzten Körpern derselben Gattung, welche man spezieller untersuchen will, genau bestimmen und sicher bezeichnen kann. Alle Neutralsalze können auf diese Weise berechnet werden, denn es kann nicht der mindeste Zweifel in Beziehung auf den Werth einer solchen Salzverbindung obwalten. Selbst wenn die Säure und die Base, welche ein Salz bilden, fähig waren, verschiedene Salze zu erzeugen, so konnte man doch nie dasjenige, in welchem die Säure vorherrscht, oder ein Ueberschuß von Base vorhanden ist, mit dem neutralen Salz verwechseln, welches durch eine gegenseitige vollkommene Sättigung der beiden Bestandtheile charakterisirt ist. Untersucht man in dieser Beziehung die Bildung der schwefelsauren Salze, so findet man z. B. das fünf Theile Schwefelsäure zu ihrer Sättigung eine Base Oxyd erfordern, welche einen Theil Sauerstoff enthalten; hieraus folgt, daß je reicher ein Oxyd an Sauerstoff ist, desto weniger wird man davon nöthig haben, um eine bestimmte Menge Schwefelsäure zu sättigen. Ein Beispiel werde ich erläutern:

20 Kupfer und 100 Sauerstoff bilden 991 Kupferoxyd.
 20 — — — — — 991 Kupferoxyd.
 991 Kupferoxyd und 500 Schwefelsäure bilden schwefelsaures Kupferoxyd.
 991 Kupferoxyd und 1000 Schwefelsäure bilden das schwefelsaure Kupferoxyd.

Es ergiebt sich hieraus, daß 1000 Theile Schwefelsäure, welche durch 991 Kupferoxyd gesättiget werden, 1782 Kupferoxyd zu ihrer Sättigung erfordern. Da die Sauerstoff-

menge, welche das Dryd enthält, proportional der Menge der angewandten Säure ist, so giebt uns dieses Gesetz das Mittel an die Hand, die Zusammensetzung aller neutralen schwefelsauren Salze zu berechnen, sobald man die Versuche die Zusammensetzung der Dryde selbst bestimmt. Wir werden darauf zurückkommen, wenn die Rede von Salzen seyn wird, denn sie sind sämmtlich derselben Art unterworfen; hier genügt es, bloß im Allgemeinen davon gesprochen zu haben, um zu zeigen, welcher verschiedenen Anwendung das Gesetz der Aequivalente fähig ist.

31. Wir wiederholen also: wenn man ein Dryd des Schwefel zerlegen will, so werden 400 Theile Schwefel Aequivalent von 200 Sauerstoff seyn, und will man Schwefelsäure mit einer salzfähigen Basis verbinden, so wird Sättigung von 5 Theilen Schwefelsäure eine Menge Sauerstoff erfordert, welche 1 Theil Sauerstoff enthält. Die Zahlen, womit man die Mengen bezeichnet, welche von den verschiedenen Körpern erfordert werden, wenn solche sich wechseltig sättigen sollen, haben den Namen chemische Aequivalente, stöchiometrische Zahlen, Verhältnißzahlen, Atomgewichte oder Mischungsgewichte erhalten.

32. Die Theorie der chemischen Proportionen beruht also auf zwei durch die Erfahrung bestimmten Gesetzen, nämlich das Gesetz der vielfachen Proportionen und das Gesetz der Aequivalente; man kann dieselben ganz allgemein ausdrücken: wenn man eine Quantität a von irgend einem Körper nimmt, welche fähig ist Verbindungen mit gewissen Körpern von andern Körpern zu bilden, die ausgedrückt werden durch

b

c

d

e

f

g etc.

um auf solche Weise zusammengesetzte Körper zu ab , ac , ae , af , ag , etc. zu erzeugen, so ist gewiß, daß der Körper a sich auch mit den Uebrigen vereinigen und Verbindungen bd , be , bf , bg etc. bilden kann; dasselbe wird auch für Körper c und die Körper d , e , f , g etc. gelten.

Nehmen wir ferner eine neue Reihe

h

i

k

l

m

n etc.

in welcher alle Körper sich mit dem Körper a verbinden lassen, um die Verbindungen ah , ai , ak , al , am , an etc. zu

rugen, so ist einleuchtend, daß alle diese Körper auch weiter unter einander sich vereinigen, und die Verbindungen hi, h, hl . . . ik, il, im . . . kl, km . . . lm, ln, mn hervorbringen können, außer daß sich diese Körper nun mit a verbinden, so werden sie sich auch mit seinen Aequivalenten b, c, d, e, f, g etc. verbinden und die Verbindungen bh, bi, bk . . . ch, ci, ck . . . dh, di, dk . . . gh, gn etc. bilden.

Nehmen wir nun mit jeder der so erhaltenen binären Verbindungen die Modificationen vor, welche aus dem Gesetze der vielfachen Proportionen hervorgehen, so ergibt sich, daß für jede derselben eine neue Reihe wie folgt sich bilden kann:

$a + b . . a + 2b . . a + 3b . . a + 4b . . a + 5b$
oder auch $a + b . . 2a + b . . 3a + b . . 4a + b . . 5a + b$

53. Die Chemiker sind übereingekommen, alle Verhältniszahlen oder Mischungsgewichte mit einer gemeinschaftlich angenommenen Einheit zu vergleichen. Man nahm hierzu vorzugsweise allgemein den Sauerstoff und drückte die Verhältniszahl dieses Körpers durch 1, durch 10, oder durch 100, aus, was ganz gleichbedeutend ist, wenn man das Komma verrückt.

Wir haben nun gesehen, daß die Verhältniszahl jedes einfachen oder zusammengesetzten Körpers bestimmt ist, die Gewichtsmenge derjenigen Stoffe auszudrücken, welche ein Aequivalent für 1 oder 10 oder 100 Sauerstoff sind. Um diese Zahlen zu finden, kann man mehrere Methoden befolgen.

Man nehme z. B. 100 Gewichtstheile reines Silberoxyd, bringe es in eine kleine Glasretorte, deren Gewicht bekannt ist und erwärme nun das Oxyd so lange, bis es sich gänzlich zerlegt hat. Der in dem Oxyd enthaltene Sauerstoff hat sich erhoben und es bleibt in der Retorte 95,11 metallisches Silber zurück. Das Silberoxyd enthielt demnach 0,89 Sauerstoff. Auf diese Weise erhält man die Menge Silber und Sauerstoff, welche sich wechselseitig sättigen, und daraus läßt sich leicht das Mischungsgewicht des Silbers berechnen, wenn man setzt:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Silber} & & \text{Sauerstoff} & & \text{Silber} & & \text{Sauerstoff} \\ 95,11 & : & 0,89 & = & x & : & 10 \end{array}$$

folglich $x = \frac{95,11 \times 10}{0,89} = 1068,88$, welche Zahl das Mischungs-

gewicht des Silbers, die Aequivalentenzahl des Silbers oder endlich die Silbermenge ausdrückt, welche, indem sie sich mit 10 Sauerstoff verbindet, ein Oxyd bildet.

54. Auf gleiche Weise verhält es sich mit jedem andern Oxyd; sobald nämlich die in demselben vorhandenen Mengen von Sauerstoff und Metall bekannt sind, so läßt sich daraus sehr leicht das Mischungsgewicht des letztern finden. Man wird leicht begreifen, daß es nicht gleichgültig ist, bei diesem

Fundamentalversuch irgend ein Dryd zur Analyse zu nehmen. Die Erfahrung lehrt z. B. daß 100 Theile Kupfer 12,5 bald 25, bald 50 Sauerstoff aufnehmen. Wendet man nun diese Resultate zur Bestimmung des Mischungsgewichtes vom Kupfer an, so wird man haben:

Kupfer	Sauerstoff	Kupfer	Sauerstoff
100	: 12,5	= x	: 10
100	: 25	= x	: 10
100	: 50	= x	: 10

Man bemerkt hier sogleich, daß in diesen Proportionen alle Glieder mit Ausnahme des zweiten gleich sind, woraus sich ergibt, daß der Werth für jede derselben verschieden ist. Derselbe würde um so geringer seyn, als die Menge des in den Dryde enthaltenen Sauerstoffs größer ist, und man würde erhalten:

für die erste Proportion	$\frac{100 \times 10}{12,5}$	= 80
für die zweite . . .	$\frac{100 \times 10}{25}$	= 40
für die dritte . . .	$\frac{100 \times 10}{50}$	= 20

Man würde ohne Unterschied jede dieser Zahlen annehmen können. Wollte man die erste gebrauchen, so würde man die Reihe der Dryde also aufstellen:

Ein Mischungsgewicht	Kupfer	80	+	10	Sauerstoff	=	Drydul.
—	—	—	—	80	+	20	= Dryd.
—	—	—	—	80	+	40	= Superdryd.

Wollte man die zweite zum Grund legen, so erhielte man

Ein Mischungsgewicht	Kupfer 40	+ 10 Sauerstoff	= Dryd.		
—	—	—	40 + 20	—	= Superdryd.

Zwei — — — 80 + 10 — = Drydul.

Wollte man vorziehen die dritte zu nehmen, so fände man

Ein Mischungsgewicht	Kupfer 20	+ 10 Sauerstoff	= Superdryd.		
—	—	—	20 + 10	—	= Dryd.

Zwei — — — 40 + 10 — = Dryd.
 Vier — — — 80 + 10 — = Drydul.

35. Es würde sehr schwer seyn unter diesen drei Reihen eine zu wählen, da kein Grund vorhanden ist, der die Wahl bestimmen könnte. Um also die Frage mit einem Mal zu entscheiden und alle sich hierbei darbietenden Schwierigkeiten zu beseitigen, indem bei allen Metallen derselbe Fall statt findet, kam man überein, hier einer ganz willkürlich angenommenen Regel zu folgen, die aber den jetzigen Bedürfnissen der Chemiker genügend entspricht. Es besteht dieselbe darin, dasjenige Mischungsgewicht vorzugeweiße zu wählen, welches nach den niedrigsten Dryde bestimmt worden ist.

Die stöchiometrische Zahl oder das Mischungsgewicht eines Körpers ist demnach die Gewichts-
menge dieses Körpers, der, indem er sich mit 10
Gewichtstheilen Sauerstoff verbindet, das erste
Oxyd bildet. Die Summe der stöchiometrischen
Zahlen oder der Mischungsgewichte der einfachen
Körper, die sich miteinander verbindenden Körper, giebt die
stöchiometrische Zahl, oder das Mischungsgewicht
der Verbindung, welche sie bilden.

Um ein Mischungsgewicht irgend eines in einer Ver-
bindung vorhandenen Körpers auszutreiben, muß man ein
Mischungsgewicht von dem Körper anwenden, der ihn zu er-
setzen bestimmt ist.

Um ein Neutralsalz zu erzeugen, hat man nur nöthig
ein Mischungsgewicht irgend einer Säure mit einem Mi-
schungsgewicht irgend einer Basis zu vereinigen. Hieraus
folgt im allgemeinen, daß zur Zerlegung eines Neutralsalzes
durch eine Säure, man ein Mischungsgewicht von Jedem an-
wenden hat; derselbe Fall findet auch statt, wenn man ein
Neutralsalz durch eine Basis zerlegen will, oder wenn es sich
darum handelt eine doppelte Zerlegung zweier Neutralsalze
durch deren wechselseitiges Aufeinanderwirken zu bewerkstel-
ligen, wodurch im letztern Falle zwei neue Neutralsalze ent-
stehen.

Tafel der Mischungsgewichte der einfachen Körper.

Namen.	Zahlen.	Namen.	Zahlen.
Sauerstoff .	100	Magnesium .	158,36
Wasserstoff .	12,48	Mangan .	355,78
Schwefel .	201,16	Molybdän .	598,52
Stickstoff .	177,02	Natrium .	290,89
Kohlenstoff .	75,33	Nickel .	369,67
Aluminium .	114,14	Palladium .	714,62
Barium .	856,88	Platin .	1215,22
Beryllium .	220,85	Quecksilber .	2531,60
Blei .	1294,50	Rhodium .	1501,30
Calcium .	256,01	Silber .	1350,60
Cerium .	574,72	Strontium .	547,28
Eisen .	339,21	Tellur .	403,23
Gold .	2486,02	Uran .	2711,56
Kadmium .	696,76	Wismuth .	886,90
Kalium .	487,92	Yttrium .	402,57
Kobalt .	369,00	Zinn .	403,23
Kupfer .	791,39	Zinn .	735,29
Lithium .	127,75	Zirkon .	280,02

56. Die vorstehende Tafel ist nicht vollständig, denn es existiren mehrere einfache Körper, welche mit Sauerstoff saure Verbindungen bilden, und die unbezweifelt mehrere Mischungsgewichte Sauerstoff enthalten. Da man nun die ersten Oxydationsstufen dieser Körper noch nicht kennt, so mußte hier auf andere Weise verfahren werden, um ihre Mischungsgewichte in Uebereinstimmung mit den oben aufgezählten zu bringen.

Man nahm in diesen Fällen diejenige Quantität des Körpers als Mischungsgewicht an, welche in einer Menge Säure enthalten ist, die ein Quantum von Oxyd sättigen kann, was 100 Theile Sauerstoff einschließt.

Man weiß z. B. daß 589,95 Kaliumoxyd, welche 100 Sauerstoff enthalten, durch 942,64 Chlorsäure gesättigt werden und anderseits ist auch bekannt daß 942,64 Chlorsäure aus 500 Sauerstoff und 442,64 Chlor bestehen, woraus man schließt, daß das Mischungsgewicht des Chlors 442,64 ist. auf gleiche Weise verfährt man bei Bestimmung der folgenden Zahlen.

Namen.	Zahlen.	Namen.	Zahlen.
Sauerstoff .	100	Kiesel . . .	277,47
Bor . . .	271,96	Antimon . .	1612,90
Chlor . . .	442,64	Arsenik . . .	470,12
Brom . . .	932,80	Chrom . . .	351,82
Jod . . .	1566,70	Tantal . . .	2307,40
Fluor . . .	116,90	Titan . . .	389,10
Phosphor .	196,15	Wolfram . .	1183,20
Selen . . .	494,58		

§. 5.

Atomistische Theorie.

37. Die atomistische Theorie, so wie solche heut zu Tage von den meisten Chemikern angenommen ist, beruht auf einfachen Grundsätzen, daß man sie ganz allgemein mit wenigen Worten darlegen kann.

Unter Atom versteht man ein sehr kleines Theilchen eines Körpers, welches durch die einfache Vereinigung mit den Theilchen eines andern Körpers eine Verbindung bildet. Ein Atom erleidet keine wesentliche Veränderung, wenn es Verbindungen mit andern erzeugt und die neuen Eigenschaften, welche diese darbieten, rühren von der Aueinanderreihung der verschiedenartigen Atome her. Zerstört man eine Verbindung, so daß die einfachen Körper, welche dieselbe bilden, von einander getrennt werden, so gelangen diese wieder in

8 ihrer ursprünglichen Eigenschaften und erhalten wahrscheinlich ihre vorige Form und Durchmesser unverändert.

8 Atom eines einfachen Körpers ist demnach ein sehr heilchen dieses Körpers, welches durch die chemische Wirkung keine Veränderung erleidet.

8 Atom eines zusammengesetzten Körpers ist dagegen nach die Vereinigung einfacher Atome gebildete, kleine die mithin aus verschiedenartigen Atomen besteht.

So stellte man sich anfangs die Atome vor, bei der Betrachtung aber bemerkt man, daß diese Ansicht nicht mit der Lehre von den Mischungsverhältnissen zusammenstimmt: die bereits oben abgehandelt wurde. Später wollte man diese Gränze überschreiten, und sogar die Zahl der Atome bestimmen, welche durch die einzelnen Mischungsverhältnisse repräsentirt werden. Wäre die Anzahl der Atome, eine Verbindung bilden, bekannt, so ist einleuchtend, daß das relative Gewicht eines jeden dieser Atome leicht zu finden seyn würde. Die Erfahrung beweist wirklich, daß 8 Theile Sauerstoff und 12,5 Wasserstoff durch ihre Vereinigung miteinander Wasser bilden. Nimmt man an, diese beiden Stoffe so verbunden sind, daß ein Atom Sauerstoff in der Verbindung existirt, so wurde das Gewicht des Sauerstoffs das Verhältniß von 100:12,5 bilden. Nimmt man dagegen in der Verbindung 1 Atom Sauerstoff und zwei Atome Wasserstoff an, so erhält man das Verhältniß von 100:25. Das relative Gewicht des Wasserstoffs ist nur halb so groß, als das des Sauerstoffs = 6,25. Es entsteht deshalb hierbei stets die Frage: 1 Atom einfacher Körper enthält irgend eine aus diesen Atomen zusammengesetzte Verbindung?

9. Untersucht man den Einfluß, den verschiedene Temperatur und Druck auf die Gase ausüben, und zieht zugleich in Betracht, daß diese Körper von welcher Natur sie auch seyn mögen sich stets auf gleiche Weise verhalten, so wird man zur Folgerung veranlaßt, daß gleichgroße Volumina von Gasen unter übrigens gleichen Umständen eine gleiche Anzahl Atome enthalten. Man nimmt ferner an, und es ist wohl zu bezweifeln, daß in einem gegebenen Gase die Atome Theilchen desselben in gleicher Entfernung von einander sich befinden. Wollte man nun eine ungleiche Entfernung der Theilchen eines andern Gases annehmen, so wäre es schwer zu erklären, warum der Einfluß einer äußeren Kraft in beiden Fällen ganz gleiche Resultate hervorbrachte. Man hat deshalb allgemein angenommen, daß die Gase, unter sonst gleichen Umständen, aus Theilchen oder Atomen bestehen, die in gleicher Entfernung von einander sich befinden, oder mit andern Worten, die in einem gleichen Volumen stets auch eine gleiche Anzahl Atome einschließen.

Wird dieß als Grundsatz festgestellt, so läßt sich das relative Gewicht zweier Atome sehr leicht von dem Gewichte zweier gleichgroßen Volumen verschiedener Gase ableiten. Da die Dichtigkeit der Gase, unter gleichen Umständen, ihr relatives Gewicht ausdrückt, so kann man daraus schließen, daß die Atomgewichte gasförmiger Körper mit dem spezifischen Gewichte desselben in gleichem Verhältniß stehen.

Nehmen wir als Beispiel den Sauerstoff und Wasserstoff, so verhält sich 1,1026 oder das spezif. Gewicht des Sauerstoffs : 0,0687 oder dem spezif. Gewichte des Wasserstoffs $= 100 : x$, indem man das Atomgewicht des Sauerstoffs $= 100$ setzt, woraus folgt, daß $\frac{100 \times 0,0687}{1,1026} = 6,23$ das Atomgewicht des Wasserstoffs ist.

Befährt man auf gleiche Weise bei Chlor, Stickstoff, Jod und Quecksilber, so gelangt man zu folgenden Resultaten:

	spezif. Gewicht	Atomgewicht
Sauerstoff	1,1026	100,00
Wasserstoff	0,0687	6,23
Chlor	2,470	224,00
Stickstoff	0,976	88,50
Jod	8,716	790,04
Quecksilber	6,976	632,90

40. Da diese Grundstoffe die einzigen sind, welche im natürlichen Zustande als Gase vorkommen, oder deren specif. Gewicht im Gaszustand bestimmt werden kann, so ist die Anwendung dieser Methode sehr beschränkt; man kann dieselbe jedoch noch weiter auf diejenigen Körper ausdehnen, welche gasförmige Verbindungen erzeugen können, indem man von der wichtigen Entdeckung Gay-Lussac's Gebrauch macht. Dieser berühmte Physiker hat nämlich gefunden, daß die Volumen der Bestandtheile dieser Art von Verbindungen unter sich sehr einfache Verhältnisse beobachten. Man findet sich in Beziehung auf das Volumen des Dampfes, woraus die gasförmige Verbindung besteht, nur auf wenige Annahmen beschränkt, zwischen welchen die Wahl nicht lange zweifelhaft bleiben kann, und häufig kann das fragliche Volumen auf eine sehr sichere Weise durch Analogien bestimmt werden, welche unverkennbar zwischen dem untersuchten Körper und einem weiter oben aufgeführten Grundstoffe statt finden.

Beispiele hiervon sind:

	spezifisches Gewicht des Dampfes	Atomgewicht
Schwefel	2,2178	201,16
Phosphor	2,1836	196,15
Arsenik	5,1836	470,12
Kohlenstoff	0,414	37,66

Man fand das spezif. Gewicht des Schwefeldampfes, indem man annahm, daß die Schwefelwasserstoffsäure aus

sein Maass γ Wasserstoff und aus einem halben Maass Schwefeldampf zusammengesetzt sei. Man gelangt zu diesem Resultat, wenn man die Zusammensetzung des Wasserdampfes als Norm annimmt, indem zwischen Schwefel und Sauerstoff in dieser Beziehung eine große Ähnlichkeit statt findet.

Das spezifische Gewicht des Arsenits oder Phosphordampfes wurde mittelst des ersten Phosphorwasserstoffgases und des Arsenitwasserstoffgases gefunden, in welchen man ein und ein halbes Maass Wasserstoff und ein halbes Maass Phosphor oder Arsenitdampf annimmt, ganz ähnlich wie bei Ammoniak, was aus ein und einem halben Maass Wasserstoff und einem halben Maass Stickstoff besteht; Stickstoff, Phosphor und Arsenit sind auch übrigens in vieler Hinsicht einander sehr ähnlich.

Bei Bestimmung des Kohlenstoffes, da derselbe keine Ähnlichkeit mit irgend einem einfachen gasförmigen Körper hat, ließ man sich durch mehrere seiner Verbindungen zugleich leiten. Aus dem weiter oben angenommenen specif. Gewichte findet man, daß

$$1 \text{ Maass halb Kohlenwasserstoff} = \begin{cases} 2 \text{ Maass Wasserstoff} \\ 1 \text{ Maass Kohlenstoffdampf} \end{cases}$$

$$1 \text{ Maass Kohlenwasserstoff} = \begin{cases} 2 \text{ Maass Wasserstoff} \\ 2 \text{ Maass Kohlenstoffdampf} \end{cases}$$

folgt.

Nimmt man nun mit Berzelius an, daß das specif. Gewicht des Kohlenstoffdampfes doppelt so groß ist, als wir im vorhergehenden bemerkten, so führt dies zu Voraussetzungen, die wenig für sich haben, nämlich daß

$$2 \text{ Maass halb Kohlenwasserstoff} = \begin{cases} 4 \text{ Maass Wasserstoff} \\ 1 \text{ Maass Kohlenstoffdampf} \end{cases}$$

$$1 \text{ Maass Kohlenwasserstoff} = \begin{cases} 2 \text{ Maass Wasserstoff} \\ 1 \text{ Maass Kohlenstoffdampf} \end{cases}$$

folgt.

Dem letztern Resultate läßt sich nichts entgegensetzen, dagegen bietet das erste eine Art der Verbindung dar, wovon kein anderes Beispiel vorhanden ist.

Diese Berechnungen lassen sich übrigens sehr leicht anstellen; es sey z. B. 2,696 das specif. Gewicht des Arsenitwasserstoffgases, und man nimmt an, daß es ein und ein halbes Maass Wasserstoff und ein halbes Maass Arsenitdampf enthalte, so findet man $(2,696 \times 2) - (0,0687 \times 3) = 5,1836$ oder spezifisches Gewicht des Arsenitdampfes. Man verfährt nun mit dieser Zahl, wie oben bei Wasserstoff gezeigt wurde und hat so $1,1026 : 5,1836 = 100 : x = 470,12$ oder Atomgewicht des Arsenits.

^{*)} Es wird in der Folge das deutsche Wort Maass sehr häufig für Volumen gebraucht werden. S.

Hieraus geht ferner hervor, daß wenn man mit Bestimmtheit das Atomgewicht irgend eines Körpers verglichen mit dem des Sauerstoffs kennt, so kann hieraus das spezif. Gewicht seines Dampfes gefunden werden. In diesem Falle hätte man z. B. $1,1026 : x = 100 : 470,12$ oder dem Atomgewicht des Arseniks. Hieraus fände man nun sehr leicht

$$\frac{470,12 \times 1,1026}{100} = 5,1836, \text{ spezif. Gewicht des Arsenikdampfes}$$

1. Diese Art zu berechnen ist jedoch nur dann anzuwenden wenn die vorausgegangene Berechnung einer weitem Bestätigung oder Berichtigung bedarf.

41. Wir verweilen nicht länger bei diesen einfachen Betrachtungen, wollen jedoch aber auf eine Schwierigkeit aufmerksam machen, die sich bei Anwendung des Gesagten darbietet. Man nehme 1 Maas Chlor und denke sich darin 1000 Atome, so wird 1 Maas Wasserstoff zufolge der (39 vorausgegangenen Annahme gleichfalls 1000 Atome in sich schließen, und endlich wird 1 Maas Chlormwasserstoffsäure, welche eine gleiche Zahl Atome nach dieser Voraussetzung enthalten müssen. Nun aber bilden

1 Maas Wasserstoff	= 1000 Atomen
und 1 — Chlor	= 1000 —
2 — Chlormwasserstoffsäure	= 2000 —

Jedes Atom Chlor aber, indem es sich mit einem Atom Wasserstoff verbindet, kann nur ein Atom Chlormwasserstoffsäure oder 1000 Atome im Ganzen bilden; man müßte also annehmen, daß die Atome von Chlor und Wasserstoff halbiert würden, um die Chlormwasserstoffsäure-Atome zu bilden. Jeder der Letztern würde demnach aus einem halben Atom Chlor und einem halben Atom Wasserstoff bestehen, derselbe Fall findet auch bei Stickstoffoxyd statt.

Nehmen wir dagegen ein anderes Beispiel

1 Maas Sauerstoff	= 1000 Atomen
und 2 — Wasserstoff	= 2000 —
bilden 2 — Wasserdampf	= 2000 —

Jedes Atom Wasser besteht also aus einem ganzen Atom Wasserstoff und einem halben Atom Sauerstoff. Gerade so verhält es sich bei Stickstoffoxydul.

Endlich 1 Maas Stickstoff	= 1000 Atomen.
und 3 — Wasserstoff	= 3000 —
bilden 2 — Ammoniakgas	= 2000 —

Hieraus muß man schließen, daß jedes Atom Ammoniak aus anderthalb Atomen Wasserstoff und einem halben Atom Stickstoff zusammengesetzt ist.

Mit Ausnahme weniger sehr seltener Fälle, in welchen eines, der in die Verbindung eingehenden Gase, völlig verschwindet und entweder selbst ein gleiches oder auch größeres Volumen besaß als das gebildete Produkt, muß man sonach

weisen, daß die Atome gasförmiger Körper einer Theilung fähig sind, wenn sie Verbindungen miteinander eingehen.

Wir werden diese Ansicht wirklich in diesem ganzen Werke darstellen, indem wir es als genügend nachgewiesen betrachten, was durch das Vorhergehende, oder durch andere Gründe, die wir erst später darlegen werden, daß die Wärme der kleinen Theilchen nie so weit zu theilen vermag, als es in Folge der chemischen Wirksamkeit geschehen kann. Aus allen bisher bekannten Erscheinungen ist es einleuchtend, daß wir nie dahin gelangen kann, den Werth dieser chemischen Theilchen genau zu bestimmen; man muß sich deshalb mit dem physikalischen Theilchen, welches uns in den Gasen gegeben ist, begnügen. Lavoisier stellt das physikalische Theilchen in einem bestimmten Verhältniß zu dem Erstern, nämlich es wird jedes durch eine Gruppe chemischer Theilchen, welche durch eine große und wahrscheinlich sehr kleine Zahl repräsentirt wird.

Wir nennen demzufolge Atome, die aus chemischen Theilchen gebildeten Gruppen, welche isolirt in den Gasen vorhanden sind. Die Atome der einfachen Gase enthalten also stets eine gewisse Anzahl Theilchen, welche uns unbekannt ist.

Die Atome der zusammengesetzten Gase werden gebildet entweder aus ganzen Atomen, oder aus ganzen Atomen zerlegt in Atomtheilen, die stets durch einfache Brüche ausgedrückt sind, oder endlich auch aus Atomtheilen allein, die sich miteinander verbunden haben.

Wir wollen untersuchen, ob das von gasförmigen Körpern gezeigte auch auf Andere Anwendung finden kann. Dulong und Berthollet, welche die spezifische Wärme mehrerer einfacher Körper bestimmt hatten, fanden, daß wenn ihr Atomgewicht einigermaßen durch Reduktion auf die Hälfte das Original oder Viertel verändert wird, dieselben sammtlich auf dieselben Bedingungen reducirt werden konnten, daß die Wärmecapazität für jedes Atom ganz gleich ist, von welcher Beschaffenheit sie übrigens auch seyn mögen. Man wurde auf diese Weise mit einer gegebenen Menge Wärmestoff die Temperatur der verschiedenen, durch ihre Atomgewichte ausgedrückten Mengen eines jeden einfachen Körpers um eine gleiche Anzahl gerade erhöhen können.

Es wurde leicht seyn zu finden, wie weit sich dieses bewährt; die Zahl, welche die spezifische Wärme eines Körpers ausdrückt, zeigt die Wirkung an, welche dieser Körper auf die Temperatur des Wassers ausübt, indem er selbst um einen Grad kälter wird. Nimmt man nun den Körper selbst als das Wasser als Eins an, um die durch ein Atom dieses Thermometer hervorgebrachte Wirkung zu finden, so wird man notwendiger Weise das Gewicht dieses Atoms mit derjenigen Zahl multipliciren, welche seine Wärmecapazität ausdrückt und man erhält dann folgende Tafel:

spezifische Wärme.	relatives Ge- wicht d. Atome.	Produkt aus dem Ge- wichte jedes Atoms durch in ihm entsprechende Wärmecapazität.
Wismuth 0,0288	1350	38,50
Blei 0,0293	1295	37,94
Gold 0,0298	1243	37,04
Platin 0,0314	1215	38,15
Zinn 0,0314	755	37,79
Silber 0,0357	675	37,59
Zink 0,0927	403	37,36
Tellur 0,0912	403	36,75
Kupfer 0,0949	595,7	37,55
Nickel 0,1035	369	38,19
Eisen 0,1100	339,2	37,31
Kobalt 0,1498	246	36,85
Schwefel 0,1880	201,1	37,80

Die Produkte sind, wie hier sogleich in die Augen fällt, bei-
 nahe ganz gleich und dies kann unmöglich ein Zufall seyn. Man
 muß im Gegentheil mit Dulong und Petit hieraus schließen,
 daß die Atome aller einfacher Körper eine gleich große Wär-
 mecapazität besitzen.

45. Es fragt sich nun, ob dieß Gesetz sich auf die phy-
 sischen Atome oder auf die chemischen Theilchen beziehe. Es
 ist dieß nicht schwer zu entscheiden, denn wäre die spezifische
 Wärme in den chemischen Theilchen gleich, so würde man
 sie wahrscheinlich auch in den einfachen Gasen gleich finden,
 gewiß aber würde sie dann auch in den zusammengesetzten
 Gasen verschieden seyn.

Nun geht aber aus neuerlichst von de Parive dem
 Sohn und Marcet mit großer Sorgfalt angestellten Versuchen
 hervor, daß alle Gase bei gleichem Volumen dieselbe Wär-
 mecapazität besitzen.

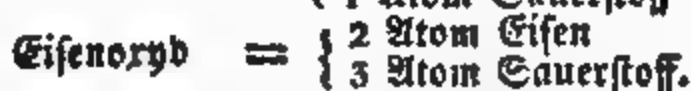
Hieraus kann man schließen, daß in den Gasen die specifi-
 sche Wärme sich als eine Erscheinung darbietet, welche in
 unmittelbarem Verhältniß zu den physischen Atomen steht,
 ohne mit den chemischen Theilchen geradezu in Beziehung zu
 seyn. Findet dieß für die Gase statt, so kann man hieraus
 auch Folgerungen für die starren Körper ziehen. Durch das
 von Dulong und Petit aufgefundene Gesetz werden in diesem
 Falle nur die Gewichte der aus den kleinsten Theilchen bestes-
 henden Gruppen, welche jenen, woraus die Gase bestehen,
 ähnlich sind, gefunden werden können, nicht aber die Gewichte
 der chemischen Theilchen selbst. Nichts steht demnach der
 Annahme entgegen, daß in die zusammengesetzten Atome star-

er Körper Atomtheile eingehen können, gleich wie wir es bei den Gasen angenommen haben.

Denken wir uns die Atome der starren Körper übereinstimmend mit dem Gesetze von Dulong und Petit gebildet, so folgen wir dadurch einem sich consequent bleibenden System und da die Atome stets als Gruppen betrachtet werden müssen, die nicht weiter physisch theilbar sind, so können sie dadurch leicht miteinander verglichen werden, obgleich dieselben übrigens aus mehr oder weniger chemischen Theilchen zusammengesetzt seyn können.

41. Diejenigen Körper, welche in ihrem natürlichen Zustande nicht gasförmig sind, und auch keine gasförmigen Verbindungen bilden, können sich nach Mitscherlich's Beobachtungen auf eine Weise gruppiren, die viel Wahrscheinliches für sich hat. Dieser Gelehrte fand, daß in einem Salze zuweilen die Basis ganz oder theilweise durch eine andere Basis und ebenso auch die Säure durch eine andere Säure ersetzt werden kann, ohne daß das System der primären Krystallform dadurch verändert wird, obgleich die Größe der Winkel nicht genau dieselbe ist. Er nannte diejenigen Körper, welche sich auf solche Weise wechselseitig vertreten können, isomorph und verwies durch angestellte Versuche, daß diese isomorphen Körper, wenn sie in isolirten Zustände krystallisiren, gewöhnlich Krystalle von gleicher Form und einander sehr genaherten Winkeln bilden. In vielen isomorphen Verbindungen hatte man vor dieser wichtigen Beobachtung dieselbe Anzahl von Atomen angenommen, Mitscherlich aber schlug vor, dieser Annahme eine noch allgemeinere Gültigkeit beizulegen. Er betrachtet alle zusammengesetzten Körper, welche auf gleiche Weise krystallisiren können, oder fähig sind sich in ihren Verbindungen wechselseitig zu vertreten, ohne dadurch die Form derselben zu verändern, als bestehend aus einer gleich großen Anzahl von Atomen, die auf gleiche Weise miteinander vereinigt seyen.

Mögen einige Beispiele diesen Vorschlag näher erläutern. In den beiden Dryden des Eisens verhalten sich für eine gegebene Menge Eisen die relativen Mengen des Sauerstoffs wie 2 : 3. Man kann demzufolge annehmen, daß 2 oder 3 Atome Sauerstoff mit 1 oder 2 Atomen Eisen verbunden seyen. Nehmen wir an, das Eisen gehe mit 2 Atomen in die Verbindung ein, so ist



Ist dies festgestellt, so muß man ähnliche Formeln wie die erste annehmen für das Kupferoxyd, Manganoxydul, Kobaltoxyd, Nickeloxyd, Zinkoxyd, Magnesiumoxyd, Calcium-

oxyd; diese Körper müssen sämmtlich ein Atom Metall und ein Atom Sauerstoff enthalten. Derselbe Fall findet auch Statt bei Bleioxyd, Baryumoxyd und Strontiumoxyd.

Dagegen muß man Aluminiumoxyd, Manganoxyd und das grüne Chromoxyd ähnlich wie das Eisenoxyd zusammengefaßt betrachten.

45. Die Erfahrung hat uns jedoch über eine ziemlich beträchtliche Anzahl von Metallen, die in den vorstehenden Reihen nicht begriffen sind, noch keine hinreichende Aufklärung ertheilt; auch muß noch außerdem erwähnt werden, daß Mitscherlich gezeigt hat, daß ein und derselbe Körper bisweilen zwei verschiedene und mit einander unverträgliche primäre Formen besitzen könne. Er wies dieß für den Schwefel unter den einfachen Körpern nach. Auch der Kalk ist bisweilen isomorph mit dem Strontian und dem Bleioxyd, während er außerdem eine von diesen verschiedene Form zeigt und sich an die Dryde des Eisens, Mangans u. s. w. reiht, und gerade hierdurch aber auch diese beiden dem Anscheine nach verschiedene Klassen von Dryden mit einander verbindet.

Mitscherlich erklärt diese sonderbaren Abweichungen, indem er annimmt, daß sie Folge einer Veränderung seyen, welche in den gegenseitigen Verhältnissen der Theilchen eintreten könnte; er zieht hieraus den Schluß, daß dieselben Atome, verbunden auf dieselbe Weise, stets die nämliche Krystallform erzeugten; daß ferner die Krystallform unabhängig von der Natur der Atome sey, aber durch deren Zahl und relative Stellung bestimmt werde.

Dieser bei der Krystallisation der Körper obwaltende sonderbare Umstand läßt an den krystallographischen Resultaten zweifeln, demgemäß es nicht erlaubt ist, die aus ihnen hergeleiteten negativen Folgerungen als absolut zu betrachten. Ergeben sich positive Resultate, so kann sie der Chemiker als Annäherung zur Wahrheit betrachten, darf sie aber nur dann annehmen, wenn sie durch viele Versuche außer Zweifel gestellt und durch die Analogie der chemischen Eigenschaften bestätigt sind.

46. Vergleicht man die von Dulong und Petit angenommenen Atomgewichte mit jenen, welche Mitscherlich durch Näherungen gefunden hat, so gelangt man in Beziehung auf das Kobalt zu widersprechenden Resultaten.

Nimmt man die in obiger Tafel aufgeführten Atomgewichte an, so findet man für folgende Körper:

Zinkoxyd	= 403	Zink	+ 100	Sauerstoff
Eisenoxydul	= 339	Eisen	+ 100	—
Kupferoxyd	= 395	Kupfer	+ 100	—
Nickeloxyd	= 369	Nickel	+ 100	—
Kobaltoxyd	= 246	Kobalt	+ 66,6	—

Bei den vier ersten Metallen leuchtet sogleich ein, daß die Verbindung ein Atom von jedem Element enthält und es findet sich wirklich, daß die Dryde isomorph sind; allein bei dem Letztern muß das Dryd als eine Verbindung von 3 Atomen Kobalt und 2 Atomen Sauerstoff betrachtet werden. Eine Verbindung dieser Art hat wenig Wahrscheinlichkeit für sich; außerdem sollte dieselbe nicht isomorph mit den bereits aufgeführten Dryden seyn, während sie es doch im Gegentheil wirklich ist. Man konnte freilich auch glauben, daß das von Dulong und Petit angewandte Kobalt noch Kohlenstoff enthalten hatte, und daß durch die Anwesenheit dieses Körpers seine Wärme-Kapazität vermehrt worden wäre, allein die allgemein anerkannte Tüchtigkeit dieser beiden Physiker berechtigt nicht zu einem solchen Verdachte. Schwer ist es dann aber auch zu erklären, warum das Kobalt eine viel größere Wärme-Kapazität haben sollte, als die übrigen Metalle.

Diese einzige Ausnahme abgerechnet, so sprechen zu Gunsten der übrigen Gewichte sehr viele höchst merkwürdige und wahrscheinliche Thatsachen, die zugleich ganz im Einklange mit Mitscherlich's Ansichten, und mit den allgemein bekannten chemischen Erscheinungen stehen.

47. Sowohl Dulong und Petit, als auch Mitscherlich haben die physischen Eigenschaften der Atome sehr vorthellhaft, behufs der Bestimmung ihrer relativen Gewichte, benützt. Eine andere Eigenschaft, zu deren Kenntniß wir durchs Experiment gelangen können, verdient hier noch besonders in Betracht gezogen zu werden; es ist dies das relative Volumen der Atome im starren Zustande. Um dieses Volumen kennen zu lernen, braucht man nur durch einen Versuch das Volumen derjenigen Wassermenge kennen zu lernen, die durch ein bekanntes Gewicht des besagten Körpers aus seiner Stelle verdrängt worden ist. Dies specifische oder eigenthümliche Gewicht jedes Körpers, verglichen mit dem des Wassers, führt unmittelbar zu diesem Resultat, weil es die Menge des Körpers ausdrückt, welche nöthig ist, um ein Volumen Wasser zu verdrängen, was in allen Fällen als Einheit angenommen wird. Zur Bestimmung des Volumens eines Atoms reicht demnach eine einfache Proportion hin.

$$1 \text{ vol} : s = x \text{ vol} : a \dots x = \frac{1a}{s}$$

Wenn s das spezifische Gewicht des Körpers ist und a sein Atomgewicht, so wird $\frac{a}{s}$ mithin das Wasservolumen ausdrücken, welches durch ein Atom von diesem Körper verdrängt wird.

48. Wir werden nun das Volumen der Atome mehrerer Metalle miteinander vergleichen und wollen mit jenen beginnen, deren Isomorphismus Mitscherlich nachgewiesen hat.

	spez. Gewicht.	Atomgewicht.	Atomvolumen
Kupfer	8,89	595,7	44,4
Mangan	8,01	555,7	44,4
Nickel	8,38	569,7	44,1
Kobalt	8,50	569,0	43,4
Eisen	7,80	539,2	43,5
Zink	7,19	403,2	56,0

Für die fünf ersten Metalle findet man dasselbe Volumen; ganz kleine Verschiedenheiten abgerechnet, die innerhalb d. Grenzen möglicher Beobachtungsfehler liegen. Derselbe Fall findet nicht bei Zink statt, denn die Abweichung ist zu bedeutend, als daß man sie ähnlichen Ursachen zuschreiben könnte. Wir versuchen nun andere Vergleichungspunkte für das Zink aufzufinden; hierzu eignen sich diejenigen Metalle, die den gleichen Sauerstoffmengen enthalten, die in dem Verhältniß von 1 : 2 zu einander stehen, nämlich Platin, Zinn und Blei.

	spez. Gewicht.	Atomgewicht.	Atomvolumen
Zink	7,19	403,2	56,0
Platin	21,5	1215,2	56,7
Palladium	12,2	703,7	57,6
Zinn	7,29	734,2	100,8
Blei	11,35	1295,0	114,7

Die drei ersten dieser Metalle zeigen eine unverkennbare Uebereinstimmung unter sich, allein Zinn weicht durchaus davon ab. Das Blei dagegen, da sein Volumen fast genau doppelt so groß ist, als das des Platins, könnte man füglich in dieser Reihe aufführen, indem man sein Volumen auf die Hälfte reducirt, allein man würde dadurch das Gewicht, welches ihm vermöge seiner Wärme-Kapazität zukommt, verändern.

Wir wollen nun nicht weiter die dem Zinn ähnlichen Metalle aufsuchen. Das Titan ist das einzige Metall, welches ihm sehr ähnlich ist, allein sein spezifisches Gewicht im metallischen Zustande ist noch nicht sicher bestimmt, weshalb es auch schwer ist, einen genauen Vergleich anzustellen.

Wir setzen diese Vergleiche für andere Körper fort.

	spezif. Gewicht	Atomgewicht	Atomvolumen
Molybdän	8,6	293,4	34,5
Wolfram	17,4	603,8	34,7

Hier zeigt sich fast eine vollkommene Uebereinstimmung des Volumens und in der That unter allen Metallen sind vielleicht Wolfram und Molybdän diejenigen, welche die meiste Ähnlichkeit hinsichtlich ihrer Eigenschaften miteinander haben.

	spec. Gewicht	Atomgewicht	Atomvolumen
Silber	10,48	675,8	64,3
Gold	19,4	1243,0	64,0
Rhodium	11,0	750,0	68,0
Tellur	6,115	403,2	65,9
Wismuth	9,88	1330,0	134,0

tes. Der Wismuth dagegen besitzt offenbar ein
großes Volumen, als die voraussethenden Metalle.
Wir haben bisher angenommen, daß das Atom-
gewicht durch das spezifische Gewicht, das wahre
Atomgewicht giebt, allein nachdem wir zugleich ge-
sehen die auf diesem Wege erhaltenen Resultate
mit dem wichtigen physikalischen Gesetze andeuten,
daß die Bedeutung desselben näher erwogen wer-
den muß, daß die kleinen Körpertheilchen sich nicht
gleichmäßig in die Dichtigkeit eines starren Körpers
einordnen, sondern keinesweges die wahre Dichtigkeit
angeben, woraus er besteht, aus, sondern nur die mitt-
lere Dichtigkeit der starren Theilchen, so wie den leeren
Raum zwischen denselben bleibt. Folglich repräsen-
tiert das Atomgewicht abgeleitete Atom-Ge-
wicht das wahre Volumen des Atoms, sondern es
bezeichnet nicht den leeren Raum, welcher das
Atom umgibt; man muß hierbei also das wahre Vo-
lumen der Erhaltung des Atoms zugleich in Betracht

nehmen. Die Atome der starren Körper alle ein gleich-
groß sein, und waren sie sammtlich gleich weit von
einander entfernt, wie dies bei gasförmigen Körpern ange-
nommen wird, so ist es klar, daß wir in allen Fällen eine
Uebereinstimmung gefunden haben würden, oder wenigstens je-
doch wenn das Atomgewicht des Körpers durch
allein dividirt oder multiplicirt worden wäre, es
immerhin gegeben hätte, was aber nicht der Fall ist.
Aus dem daraus, daß nicht zugleich die Atome der star-
ren Körper gleich groß und gleich weit von einander ent-
fernt sind, ist dies auch nicht allgemein gültig, so scheint
dies immerhin bei mehreren Gruppen statt zu

tersuchungen eingehen, und begnügen uns, gezeigt zu haben, daß es sehr schwierig seyn würde, mittelst dieser Betrachtungsweise zur absoluten Wahrheit zu gelangen.

(Zusatz des Verfassers.)

„Pouillet hat in einer Reihe noch nicht bekannt gemachter Untersuchungen diese Ideen weiter verfolgt. Er beschäftigte sich damit, die Körper hinsichtlich der Entfernung ihrer Atome mit einander zu vergleichen und nahm dabei die Entfernung der Quecksilberatome als Einheit an. Im Allgemeinen gelangte er zu Resultaten, welche gänzlich mit den auf anderm Wege gewonnenen übereinstimmen, für deren Wahrheit die chemischen Eigenschaften zu bürgen scheinen. Man begreift leicht, daß in den starren Körpern die Entfernung der Atome nur zwischen gewissen Grenzen veränderlich seyn kann, so daß man entweder mit dem einen oder andern Atomgewichte, welches man auf einen gegebenen Körper anwendet, eine offenbar zu große oder zu kleine Entfernung finden kann. Man ist so im Stande die Atomgewichte mit einiger Wahrscheinlichkeit genau zu bestimmen und gelangt um so leichter dazu, weil ein sehr merkwürdiges Gesetz sich durch die Vergleichung der erhaltenen Resultate ergibt.

Es sind nämlich die Atome in den Metallen einander um so mehr genähert, als diese die Eigenschaft besitzen, den Magnetismus in einem höhern Grade zu erlangen oder beizubehalten.

Das Kobalt hat gemäß diesen Untersuchungen die einander am meisten genäherten Atome und behält auch seine magnetischen Eigenschaften noch in der Rothglühhitze bei.

Hierauf folgt das Eisen. Sein Magnetismus verschwindet in der Rothglühhitze ganz.

Das Nickel nimmt die dritte Stelle ein. Es verliert seine magnetischen Eigenschaften schon in einer niedrigeren Temperatur als das Eisen.

Es folgt hierauf das Mangan. Pouillet glaubte schließen zu dürfen, daß die Atome in diesem Metall noch genähert genug wären, um magnetisch werden zu können und zwar bei einer niedrigeren Temperatur. Die Erfahrung lehrte auch wirklich, daß bei 20° unter Null dieses Metall magnetisch wurde.“

50. Mehrere englische Chemiker, namentlich Thomson haben ein einfaches Verhältniß zwischen dem Atomgewicht des Wasserstoffs und dem der andern Grundstoffe angenommen. Da das Atomgewicht des Wasserstoffs das kleinste von Allen ist, so würden die andern Vielfache desselben seyn, die durch sehr verschiedene und mittelst der Erfahrung bestimmte Zahlen gefunden werden können. Man begreift leicht, daß kein genügender Grund zu einer solchen Annahme vorhanden seyn kann, nur dann wäre dieselbe nicht zu verwerfen, wenn in allen Fällen die Erfahrung für die Wahrheit derselben

kräche. Man hat allerdings gefunden, daß die Atomgewichte einiger Körper auf eine frappante Weise mit dieser Ansicht übereinstimmen. Hierher gehören folgende:

	erhaltene Resultate.	corrigirte Resultate.	
Wasserstoff	6,23	6,25	1
Sauerstoff	100,0	100,0	16
Schwefel	201,16	200,0	32
Kohlenstoff	75,33	75,0	12
Chlor	221,0	225,0	36
Stickstoff	88,63	87,5	14
Kupfer	395,7	400,0	64
Zink	405,0	400,0	64
Quecksilber	1264,0	1250,0	200
Gold	1243	1250,0	200

Die Berichtigungen, die in diesen Fällen zu machen wären, sind so unbedeutend, daß sie durch den Versuch nicht als notwendig nachgewiesen werden können. Es ist in der That schwer zu beweisen, daß das rothe Quecksilberoxyd aus 1250 Quecksilber und 100 Sauerstoff statt aus 1264 Quecksilber und 100 Sauerstoff zusammengesetzt ist, wie letzterer von S & F. bestimmt worden ist. Derselbe Fall findet ungefähr bei den übrigen Körpern statt. Man begreift übrigens leicht, daß indem das Vielfache veränderlich und das Atomgewicht des Wasserstoffs sehr klein ist, alle durch die Erfahrung gewonnenen Resultate zwar als Annäherungen betrachtet werden können, allein dies beweist keinesweges noch für dies aufgestellte Gesetz.

Diejenigen, welche diese Art von Correctionen vorgeschlagen haben, glaubten dadurch, daß die Zahlen einfacher wurden, auch die Berechnung leichter zu machen. In einem Werke, das für die Praxis bestimmt ist, wo die Berechnungen nicht absolute Genauigkeit zu geben brauchen, kann diese Methode allerdings Bequemlichkeit darbieten. Ich werde mir deshalb bisweilen erlauben, die Atomgewichte einfacher anzunehmen, wenn man dadurch dem mittelst der Erfahrung gefundenen Resultate nicht Gewalt anzuthun braucht, und man überhaupt annehmen kann, daß die Berichtigung von der Art ist, daß sie noch innerhalb der Grenze der möglichen Beobachtungsfehler liegt. In allen minder wichtigen Fällen werde ich mich darauf beschränken, die Dezimalstellen zu streichen, indem die ganzen Zahlen, wie bei gewöhnlichen Rechnungen hiernach modificirt werden. Ist das Atomgewicht irgend eines Körpers größer als das des Sauerstoffs, was am häufigsten vorkommt, so können die dadurch erwachsenden Unterschiede vernachlässigt werden. Im entgegengesetzten Falle werde ich das mittelst der Erfahrung gewonnene Resultat zum Grunde legen.

51. Die folgende Tafel stellt das Atomgewicht der einfachen Körper dar, so wie es in der Folge in diesem Werke

angenommen werden wird. Was die Metalle betrifft, so haben wir mit Ausnahme des Kobalts erstlich die Zahlen von Dulong und Petit benützt; die übrigen Metalle wurden aus den wahrscheinlichsten Analogien hergeleitet, wie man dies bei jedem einzelnen Metall besonders erwähnt finden wird.

Tabelle der Atomgewichte einfacher Körper.

Sauerstoff	100	Palladium	703,7
Wasserstoff	6,24	Silber	1350,60
Chlor	221,32	Quecksilber	632,9
Brom	466,40	Kupfer	395,69
Jod	783,35	Uran	2711,36
Fluor	116,90	Wismuth	1350,40
Schwefel	201,16	Zinn	735,29
Selen	494,60	Blei	1294,50
Stickstoff	88,52	Radium	696,77
Phosphor	196,15	Zink	405,22
Arsenik	470,12	Nickel	369,75
Bor	67,99	Kobalt	369,00
Kiesel	92,60	Eisen	539,21
Kohlenstoff	37,66	Mangan	355,78
Chrom	351,86	Cerium	574,72
Molybdän	596,86	Zirkonium	420,21
Wolfram	1183,20	Yttrium	402,57
Antimon	806,45	Beryllium	331,28
Tellur	403,22	Aluminium	171,66
Tantal	1152,87	Magnesium	158,36
Titan	389,10	Calcium	256,03
Gold	1243,00	Strontium	547,30
Osmium	— —	Baryum	856,93
Iridium	— —	Lithium	127,80
Platin	1215,23	Kalium	487,915
Rhodium	750,65	Natrium	290,92.

§. 6.

Von der Verbindung der Körper.

52. Man nimmt allgemein die Existenz zweier anziehender Kräfte an, welche bei der Einwirkung, welche die kleinsten Theilchen der Körper aufeinander äußern, thätig sind; die erste ist zwischen gleichartigen Theilchen wirksam und wird Kohäsion genannt, die zweite zeigt sich nur thätig zwischen ungleichartigen Theilchen und ist die Verwandtschaft.

Wir haben hier nicht nöthig die Natur derjenigen Kraft, welche Kohäsion genannt wird, näher zu untersuchen, sondern begnügen uns zu bemerken, daß man ihre Größe nach der Kraftäußerung bestimmt, welche die Trennung jeder Sub-

lang erfordert. Aus dem Gesagten folgt, daß die Kohäsion Null oder beinahe Null in den Gasen ist, daß sie ferner sehr schwach in den tropfbarflüssigen Körpern, sehr bedeutend aber in den starren Körpern ist. Die letztere Klasse von Körpern besitzt die Kohäsion in sehr verschiedenem Grade.

Was die Verwandtschaft betrifft, so halten wir es für unmöglich, sie als eine besondere Kraft anzusehen, und glauben, daß folgende Betrachtungen diese Ansicht rechtfertigen werden.

53. Die chemischen Verbindungen finden stets zwischen den kleinsten Theilchen der Körper statt. Diese Theilchen sind so klein, daß wir sie nicht sehen können; wir müssen hieraus schließen, daß zwei starre Körper sich nie miteinander verbinden können. Wie fein man sie auch in Pulver verwandeln mag, so werden sie dadurch doch nie in den erforderlichen fein zertheilten Zustand versetzt, und die Kohäsionskraft widersteht sich stets der freien Bewegung ihrer Molekülen oder kleinsten Theilchen, so daß diese sich nicht gehörig aneinander reiben können, was durchaus unerläßlich ist, wenn die Verbindung statt finden soll.

Die erste Bedingung, welche beobachtet werden muß, wenn zwei Körper chemisch auf einander wirken sollen, besteht also darin: wenigstens den einen derselben in den tropfbarflüssigen oder gasförmigen Zustand zu versetzen, damit seine Theilchen beweglich seyen, und in Beziehung auf die Theilchen des andern Körpers, in diejenige Lage sich begeben können, die für die Verbindung geeignet ist.

Sehr häufig reicht diese Bedingung hin und in diesem Falle geht die Verbindung schneller vor sich, wenn beide Körper zugleich in den flüssigen oder gasförmigen Zustand versetzt werden. Die Mischung ist dann inniger, weil alle Theilchen frei sind, und sich nun leichter und schneller bewegen können.

54. Bisweilen findet keine Verbindung zwischen zwei Körpern durch deren bloße Berührung statt, sondern dieselbe wird erst durch die Mitwirkung der Elektricität, der Wärme oder des Lichts erzeugt. Sehr häufig wirkt die Elektricität, indem sie die Temperatur steigert. Die Wirkung des Lichts ist sehr beschränkt und noch wenig gekannt, es mag daher einzuweisen genügen, die der Wärme zu studiren.

Bei der einfachen Verbindung zweier Körper ist der Einfluß der Wärme leicht erklärlich, denn es werden durch dieselbe die Theilchen dergestalt von einander entfernt, daß der Einfluß der Kohäsion vermindert wird; allein wenn auch beim ersten Anblick diese Erklärung zu genügen scheint, so zeigt sie sich doch bei genauerer Untersuchung unzureichend. In vielen Fällen, wenn zwei Körper auf einander wirken, sobald sie in den flüssigen Zustand übergeführt sind, findet diese Erklärung strenge Anwendung, allein sie giebt durchaus

keine Rechenschaft von den Einwirkungen, welche viele Körper auf einander äußern, die, ohne eine Veränderung in ihrem Aggregatzustand zu erleiden, sich noch in der Rothglühigkeit mit einander verbinden können: Der Sauerstoff und Wasserstoff bieten ein bekanntes und auffallendes Beispiel hiervon dar; mischt man diese beiden Körper, so wirken sie nicht auf einander, sey es indem man sie sich selbst überläßt, oder langsam und selbst sehr stark zusammenpreßt, während die einfache Rothglühigkeit sehr schnell die Verbindung derselben bewirkt.

Somit äußert die Wärme eine zweifache Wirkung auf diejenigen Körper, welche sich mit einander verbinden. Die erste besteht in der Verringerung der wechselseitigen Anziehung gleichartiger Theilchen, indem sich dieselben weiter von einander entfernen; die zweite und weit wichtigere Wirkung besteht darin, die Verwandtschaft oder das Streben nach Vereinigung zwischen ungleichartigen Theilchen zu erhöhen.

Wir können uns demnach die chemischen Erscheinungen nicht allein durch die mechanische Wirkung, welche die Wärme äußert, erklären. Vielleicht wird uns dies leichter werden, wenn wir zugleich die Wirkungen der Elektrizität in Betracht ziehen.

55. Seit geraumer Zeit vermuthete man schon, daß zwischen den elektrischen Kräften und den gewöhnlichen chemischen Kräften eine Aehnlichkeit statt finde; es bestätigte sich diese Vermuthung immer mehr und mehr, und wurde besonders erst durch die von Davy, Berzelius und namentlich von Ampère aufgestellten Ansichten beinahe zur evidenten Gewißheit erhoben.

Die erste Erscheinung, welche die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand lenkte, bietet in der That eine merkwürdige Aehnlichkeit dar. Sobald nämlich die beiden ungleichnamlichen Elektrizitäten sich mit einander verbinden, wird Wärme und selbst Licht erzeugt. Verbinden sich ferner zwei Körper mit einander, so entbindet sich ebenfalls Wärme und wenn die Vereinigung lebhaft statt findet, so entwickelt sich dabei zugleich so viel Wärme, daß Licht dabei sichtbar wird.

Später beobachtete man noch, daß durch den fortgesetzten Einfluß beider entgegengesetzter Elektrizitäten alle zusammengesetzten Körper zerstört und in ihre Elemente zerlegt wurden. Es zeigt sich diese Erscheinung namentlich, wenn man irgend eine Verbindung, vorausgesetzt daß sie die elektrische Materie in sich fortleitet, in Berührung mit den beiden Polen einer voltaischen Säule bringt. Die Verbindung wird dadurch schnell zersezt, indem dann der eine Bestandtheil sich an den negativen Pol und der andere an den positiven Pol ansammelt. Es scheint sehr wahrscheinlich zu seyn, daß in diesem Falle die beiden Quellen des elektrischen Fluidums den Theilchen diejenige Elektrizität

war bekannt von der chemischen Thätigkeit her-
vorgehen den Säuren und Metallen statt sich
zur Construction der Säule benutzt werden.

Nachdem dies zur Genüge, daß die Thätigkeit chemischer
bei Zersetzungen oder Verbindungen ganz mit der Ent-
wickelung der Kräfte zusammenfällt. Wir wollen ver-
suchen, die Hälfte dieser Vextern, ohne zu den Kriterien uns-
rer Thätigkeit zu nehmen, sich die Erscheinungen völlig erklä-
ren.

Es ist zu dem Ende nöthig vorerst zu erklären,
was das Verbindungsaktes Licht und selbst
ist, was es wird und warum die Theilchen vereinigt
werden, so wie nicht neue Kräfte thätig auftreten. Sul-
zer hat den Namen Ampères, so dürfte dies nicht
schaden.

Wir setzen nämlich an, daß die Körpertheilchen mit
einer gewissen elektrischen Elektrizität begabt sind, die sich
in ihnen bewegt. Es ist klar, daß diese Theilchen nie-
mal in der Atmosphäre des neutralen elektrischen Fluidums eris-
tiren, ohne dieselbe theilweise zu zerlegen und das
selbe in der Atmosphäre eingehüllt zu werden, welche
elektrischen Natur nach derjenigen entgegen gesetzt ist,
so es sich am besten, so wie dies in der Leydener
Kugel angenommen wird.

Es dürfte deshalb wohl angenommen werden, daß je-
des Theilchen von einer negativen Atmosphäre, und
jedes negative Theilchen von einer positiven Atmos-
phäre umgeben ist. Stellen wir dies fest, so ist alles Ueb-
rige zu befehlen.

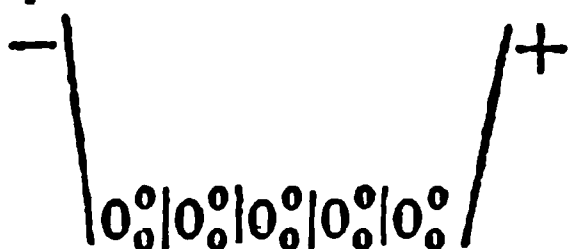
Wenn zwei Theilchen sich einander nähern, so werden
Atmosphären, indem sie sich verbinden, wiederum neutra-
les Fluidum erzeugen. Sind beide Theilchen stark

selbst zu betrachten ist; die erste ist eine vorübergehend zweite aber eine bleibende Erscheinung.

57. Wenn man sich leicht von der Beständigkeit der Verbindungen, sowie von der Wärme und dem Lichte womit bei ihrem Entstehen stets begleitet sind, Rechenschaft kann, so läßt sich dagegen die Entbindung der Elektricität welche stets während der chemischen Thätigkeit statt findet nicht in dem Maße leicht erklären. Nimmt man an, beide Atmosphären im angemessenen Verhältniß vorhanden sind, um das neutrale Fluidum zu bilden, oder daß von einer derselben ein Ueberschuß existire, so wird stets die Störung entweder beider Atmosphären oder einer derselben vollkommen seyn und rings um die Theilchen statt finden, daß das Fluidum sich merkbar zerstreute. Um die hiebei stets beobachtete bedeutende Entwicklung von Elektricität begreifen, müssen wir auf die beim Experimente selbst waltenden Umstände verweisen, dieses besteht gewöhnlich in, daß man die Verbindung zweier Körper in einem Galvanischen Circuit zu bewirken sucht, in welches man die beiden äußersten Enden eines Galvanometers führt. Die Metalldräthe des Galvanometers erlauben der Elektricität einen ungehinderten Durchgang, und darin besteht die ganze Erklärung der Erscheinung. Stellen wir uns zwei mit entgegengesetzter Elektricität begabte Theilchen vor, welche an den beiden Enden eines Metallbogens sich befinden. Sobald sie von einander entfernt werden, behaupten die Atmosphären deshalb ihre Ladung. Nähert man sie aber einander hinreichend, um die Verbindung zu bewirken, so vereinigen sich die Atmosphären plötzlich, nun entblößten Theilchen entziehen dem Draht zum Theil seine Elektricität und dadurch wird in demselben eine elektrische Strömung hervorgebracht, welche so lange dauert, als die Theilchen selbst sich vereinigt haben. Es ist einleuchtend, daß das positive Theilchen negatives Fluidum dem Draht entzieht, und umgekehrt, daß das negative Theilchen ihm positives Fluidum entnimmt.

Bequerel beobachtete diese Erscheinung bei sehr heftigen chemischen Aktionen, wie solche z. B. zwischen Sulfäure und Kupfer oder Zink statt haben, aber er bemerkt auch, daß bei sehr schwachen Aktionen wie diejenigen sind, welche zwischen minder guten Leitern der Elektricität statt finden, eine scheinbare Bewegung des Fluidums im Draht sich in entgegengesetzter Richtung zeigt; diese Abweichung von der Regel läßt sich noch erklären. Hier werden nämlich die Atmosphären, welche sie durch den Draht leichter passiren als durch die von ihnen eingeschlossenen Stoffe, welche die Elektricität schlecht leiten, beim Durchgang durch den Draht zum Theile vereinigen Augenblicke der Verbindung der Theilchen. Hieraus folgt, daß das negative Theilchen dem Draht positives Fluidum mittheilen wird, statt sich davon zuzueignen, und daß das

rend zugleich eine augenblickliche Neubildung derselben statt findet, wie dies aus folgender neuer Anordnung zu ersehen ist:



Es kann dieser Zustand jedoch nur sehr kurze Zeit andauern, wegen des beständigen Einflusses der Pole; die Theilchen erleiden eine halbe Umdrehung und kommen in die zuerst angenommene Lage, indem sich der Sauerstoff gegen den positiven Pol und der Wasserstoff gegen den negativen Pol kehrt. Die Erscheinung wird aufs neue beginnen und sich so oft wiederholen, als noch Theilchen von zerseztem Wasser vorhanden sind.

Die von Ampère vorgeschlagene Theorie dürfte demnach in jeder Beziehung zur Erklärung der bekannten Erscheinungen hinreichen. Die Elektrizität der Atmosphären giebt zugleich von der Erzeugung der Wärme und des Lichts, welche bei lebhaften Verbindungen vorhanden ist, sowie von den sie stets begleitenden elektrischen Bewegungen, Rechenschaft. Die den Theilchen eigenthümliche Elektrizität bedingt die Beständigkeit der Verbindungen und die Zersezungserscheinungen können aus der Neubildung der elektrischen Atmosphären erklärt werden, in welche die freyen Theilchen stets eingehüllt werden.

Ein einziger Einwurf, der noch zu beseitigen ist, wurde häufig vorgebracht und verdient folglich näher untersucht zu werden. Es wurde bereits im Vorhergehenden angenommen, daß die Theilchen entweder beständig mit positiver oder negativer Elektrizität versehen waren. Nun aber läßt sich nicht erklären, warum ein Theilchen bald positiv, bald negativ in verschiedenen Verbindungen ist; z. B. Chlor, Brom, Jod spielen eine positive Rolle gegen Sauerstoff, eine negative Rolle aber gegen Wasserstoff. Dies läßt sich leicht dann erklären, wenn man nur die Existenz eines einzigen elektrischen Fluidums nämlich des positiven annimmt, und die elektronegativen Körper betrachtet, als mangle ihnen ein Theil dieses Fluidums. Nimmt man deshalb die Elektrizität der Erdoberfläche als Einheit an, so würde es Theilchen geben, welche ein größeres oder geringes Maaß von Elektrizität besäßen, als diese Einheit ist. In diesem Falle wäre es sehr einfach, das zur Hälfte elektrisirte Theilchen positiv zu betrachten in Beziehung auf ein anderes, was nur den vierten Theil Elektrizität besitzt, dagegen aber negativ in Beziehung auf dasjenige, was zwei oder drei mal stärker als die Oberfläche der Erde elektrisirt ist.

den Verwandtschaftswerte. Die Anhänger der Verwandtschaftstheorie erklären diese Erscheinung, indem sie sagen, daß Chlor eine Verwandtschaft zum Calcium als der Sauerstoff; dies heißt bloß die Thatsache selbst vorbringen, ohne eine Ursache zurückzugeben. Ohne gerade hierin vorzu-
zu wollen, glauben wir, daß diese Ursache in der Art der Theilchen selbst begründet seyn möge, oder mit anderen Worten in den absoluten Mengen von Elektricität, welche haben. In dem angeführten Beispiele ist also

ein Chlor positiv gegen 2, 2½, 3½ Theilchen Sauerstoff
während Chlor dagegen sind negativ gegen 1 Theilchen Sauerstoff.

Wir finden auch wirklich in dem Chloroxyd, der Chlor- und verdünnten Chlorsäure jedes Theilchen Chlor verbunden mit 2, 2½ und 3½ Theilchen Sauerstoff und bei der Zersetzung des Calciumoxydes durch Chlor wird jedes Theilchen Sauerstoff durch zwei Theilchen Chlor ersetzt. Denkt man nun die negative Elektricität des Sauerstoffs durch die des Chlors durch 3 ausgedrückt, so verhält sich in den genannten Verbindungen die Menge der Elektricität des Chlors zu der des Sauerstoffs wie 3 zu 1, 5 und 7, mithin ist Chlor stets positiv seyn. Vergleicht man dagegen Theilchen mit einem Sauerstofftheilchen, so findet das Verhältniß von 6 zu 2 statt, weshalb das Chlor negativ werden würde. Damit aber eine solche Erklärung genügend sey, ist erforderlich, daß die Wirkungen in diesen Fällen stets gleich bleiben, dies findet jedoch nicht immer statt. Das Chlor treibt nicht stets den Sauerstoff aus, selbst wenn zwei Theilchen desselben ein einziges von diesem ersetzen. Es zeigt sich bei der Einwirkung des Chlors auf Aluminiumoxyd, Zinn- und Zinnsäure, Borsaure etc. Man muß demnach annehmen, daß die elektrischen Verhältnisse nicht allein die chemischen Wirkungen bestimmen und daß in gewissen Fällen die Anzahl

S. 7.

Von den zusammengesetzten Körpern.

61. Die Beschränkungen, welche im vorigen Abschnitte gemacht wurden, finden auch Anwendung auf diejenigen Ansichten, welche uns noch darzulegen übrig sind; immerhin aber soll uns dies nicht verhindern, der elektrischen Theorie die zahlreichen Erscheinungen anzureihen, welche wir mit ihrer Hülfe voraussehen oder erklären können.

Wenn man annimmt, daß die Beständigkeit der Verbindungen aus der Reaktion der den Körpertheilchen inwohnenden entgegengesetzten Elektrizitäten zu erklären ist, so ist auch einleuchtend, daß dieses Beharren veränderlich seyn wird, und gerade in dieser Beziehung weist die Erfahrung merkwürdige Verschiedenheiten zwischen den verschiedenen Klassen der Verbindungen auf. Wir wollen untersuchen, ob mit Hülfe der Theorie Erscheinungen, welche die Erfahrung bestätigt hat, vorhergesehen werden können.

Die in Absicht auf ihren elektrischen Zustand einander sehr fern stehenden Theilchen werden auch diejenigen seyn, welche die beständigsten Verbindungen aufzuweisen haben. Dieser Grundsatz fand sich gänzlich durch die Erfahrung bestätigt.

In einer Reihe von Verbindungen sind diejenigen die beständigsten, in welchen sich 1 Atom mit 1 Atom verbunden vorfindet. Enthält aber eine Verbindung mehrere gleichartige Theilchen, so wirken diese abstoßend gegen einander, was zerstörenden Einfluß auf dieselbe übt, oder wenigstens seine Beständigkeit zu vermindern strebt.

Within sind die Verbindungen

von 1 Atom mit 1 Atom	die beständigsten,
die von 2 — mit 1 —	minder beständig,
von 3 — mit 1 —	noch weniger beständig,
von 4, 5 oder 6 Atom mit 1 Atom	in einem noch geringern Grade beständig.

Als Beispiel diene hier:

2 Atom Stickstoff	+	1 Atom Sauerstoff	=	Stickstoffoxydul.
1 — —	+	1 — —	=	Stickstoffoxyd.
1 — —	+	1½ — —	=	untersalpetrige Säure.
1 — —	+	2 — —	=	salpetrige Säure.
1 — —	+	2½ — —	=	Salpetersäure.

Berücksichtigt man hier die salpetrige Säure nicht, deren Zusammensetzung noch nicht fest bestimmt ist, so kann nicht gelugnet werden, daß das Stickstoffoxyd unter diesen Verbindungen am besten der Einwirkung anderer Körper widersteht und folglich die beständigeste ist. Dagegen giebt es sehr viele Körper, welche der Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs entziehen können, wodurch sie Stickstoffoxyd wird, auf

welches jene nicht weiter einwirken. Die untersalpetrige Säure ist so wenig beständig, daß man sie nicht isolirt darstellen kann. Zwischen Stickstofforydul und Stickstofforyd zeigt sich ein Unterschied, der unerklärlich wäre, wenn man nicht zu den aufgestellten Grundsätzen seine Zuflucht nehmen könnte, woraus sich dann unmittelbar diese Verschiedenheit im Gegentheil folgern läßt.

Das Stickstofforydul enthält ein Maas Stickstoff und ein halbes Maas Sauerstoff, welche sich zu einem Maas verdichten haben; das Stickstofforyd enthält ein halbes Maas Sauerstoff und ein halbes Maas Stickstoff, welche gleichfalls ein Maas des Gemischtes bilden; hieraus folgt nun, daß beide Verbindungen denjenigen Körpern, womit sie in Berührung kommen, den Sauerstoff von gleicher Dichtigkeit darbieten. Das Stickstofforyd löscht jedoch eine Kerzenflamme aus, während das Stickstofforydul das Breunen derselben beinahe in dem Maasse wie der reine Sauerstoff unterhält. Diese Verschiedenheit erklärt sich leicht, wenn man annimmt, daß das Hinzufügen des Stickstofftheilchens, welches nöthig ist um das Oxyd in Orydul zu verwandeln, die Beständigkeit der Verbindung vermindert durch die Abstoßung, welche die beiden Stickstofftheilchen gegeneinander üben. — Ebenso wird dagegen in der Salpetersäure diese Beständigkeit durch die zwischen den Sauerstofftheilchen stattfindende Abstoßung verringert.

Man nimmt jetzt an, daß Kupferoryd und Quecksilberoryd ein Atom Metall gegen ein Atom Sauerstoff enthalte, während in den Orydulen dieser Metalle zwei Atome Metall gegen ein Atom Sauerstoff anwesend seyen. Demzufolge ist es offenbar, daß diese Orydule minder beständig als die Oxide seyn müssen. Dies ist auch wirklich der Fall, denn das Quecksilberorydul hat nie für sich dargestellt werden können, und das Kupferorydul verwandelt sich unter der Einwirkung von Säuren beinahe stets in Metall und Oxyd.

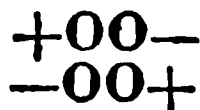
Ein gleiches Verhalten findet bei Superoxyden statt, welche mehrere Sauerstoffatome gegen ein einziges Atom Metall enthalten. Die Abstoßung der Sauerstofftheilchen bestimmt dieselben sehr leicht in den Zustand der Orydule überzugehen, in welchen sich ein Atom mit 1 Atom vereinigt vorfinden, während die übrigen Sauerstofftheilchen frei werden. Man beobachtet dies namentlich bei den alkalischen Superoxyden, welche durch Einwirkung allein in Orydule verwandelt werden, indem sich ihr Sauerstoff entbindet.

62. Die Verbindungen von einem Atom mit einem Atom sind jedoch nicht immer die beständigsten; wenn dies der Fall durchaus wäre, so würde das Problem der atomistischen Theorie gelöst seyn. Aber sowohl Theorie wie Erfahrung deuten uns ziemlich genau an, daß man die in den Theilchen enthaltenen relativen Mengen von Elektricität in Be-

tracht ziehen muß. Man findet, daß die stärksten Verbindungen diejenigen sind, in welchen die gegenseitigen Elektrizitäten sich am meisten das Gleichgewicht halten, und die aus zwei einzelnen Atomen bestehen; hieraus folgt, daß wenn zwei gleichartige Atome erfordert werden, um die Elektrizität eines dritten ungleichartigen Atoms zu neutralisiren, so wird die daraus hervorgehende Verbindung beständiger seyn als jene, welche nur ein Atom von jedem Körper enthält. Aus dem Gesagten läßt sich nur allein folgern, daß nach Umständen diejenigen Verbindungen die beständigsten sind, welche aus 1 zu 1, 2 zu 1 oder 2 zu 3 Atomen bestehen, ohne daß man mit Sicherheit vorher bestimmen kann, welcher von diesen Klassen die gebildete Verbindung angehört.

Es ist übrigens einleuchtend, daß wenn, anstatt zweifache Verbindungen zu betrachten, man dreifache Verbindungen auf solche Weise näher untersucht, die Erscheinungen dieselben seyn werden. Verbindet man Chlor mit einem Dryd, Jod mit einer Schwefelverbindung u. s. w. so findet ungefähr dasselbe Verhältniß statt, als fügte man Sauerstoff zu einem Dryde, oder Schwefel zu einer Schwefelverbindung, weil Chlor, Sauerstoff, Jod und Schwefel gegen ein Metall sämmtlich negativ sind und mithin abstoßend gegen einander wirken.

63. Dieser Fall muß übrigens sorgfältig von dem unterschieden werden, der statt findet, wenn zwei binäre Verbindungen sich vereinigen. Die Beständigkeit wird dann beinahe stets erhöht, wie folgende Betrachtung zeigt. Man kann keinesweges annehmen, daß in einer Verbindung dieser Art die Theilchen eine willkürliche Lage annehmen, sie müssen sich im Gegentheil so an einander lagern, daß die entgegengesetzt elektrischen Atome sich einander gegenüber befinden.



Obige Figur giebt einen Begriff von dieser Art Verbindungen. Die mit entgegengesetzter Elektrizität begabten Atome liegen einander zunächst, die andern dagegen am entferntesten, wodurch die anziehenden Kräfte wirklich vermehrt werden, obschon auch abstoßende Kräfte zugleich wirksam sind.

Die Salze sind Verbindungen dieser Art und die Erfahrung beweist, daß in ihnen die Beständigkeit der Säuren sowohl als der Basis erhöht ist. So wird z. B. die freie Schwefelsäure durch Rothglühhitze zersezt, während dieselbe Säure verbunden mit Kali, Natrium, Kalk u. der höchsten Temperatur widersteht, welche man hervorbringen kann. Sogar Silberoxyd, was noch in einer unter der Rothglühhitze stehenden Temperatur zersezt wird, kann einer sehr hohen Temperatur widerstehen, wenn es mit Borsäure oder Phosphorsäure verbunden ist.

Es ist selbst möglich, daß die neuen Anziehungskräfte energisch genug wirken, um neue zweifache Verbindungen zu erzeugen, die sich wiederum zersetzen können, wenn es überhaupt ihre Natur erlaubt. Die Abstoßung, welche gleichartig elektrisirte Theilchen auf einander ausüben, und mittelst deren wir weiter oben die vielfachen Verbindungen erklären konnten, dient uns nun, auch diejenigen Verbindungen zu erklären, welche zwischen zwei Körpern statt finden, die einen Ueberschuß an gleichartigen Theilchen enthalten. Man bemerkt in diesen Körpern ein Streben, sich gegenseitig zu zersetzen, in Folge dieser abstoßenden Thätigkeit.

Auf diese Weise kann man sich Rechenschaft geben von der Wirkung der Säuren auf viele Superoxyde, welche unter besondern Umständen, in Berührung mit jenen gebracht, einen Theil ihres Sauerstoffs verlieren. Es läßt sich daraus die so sonderbare und merkwürdige Wirkung des oxybirten Wassers auf gewisse Dryde erklären. Diese Verbindung verliert durch die Berührung mit Silberoxyd die Hälfte seines Sauerstoffs, wird dadurch Wasser, treibt den Sauerstoff aus dem Silberoxyd und führt dies in den metallischen Zustand über. Betrachtet man diese einfache Thatsache nach den alten Ansichten von der Verwandtschaft, so ist sie unerklärlich, während nach den elektrischen Ideen sie beinahe vorhergesehen werden konnte.

Betrachtet man in dieser Beziehung den zersetzenden Einfluß der Elektricität, so begreift man leicht wie die Kraft durch die Zeit bei der chemischen Wirkung ergänzt werden kann. Sind z. B. die Theilchen einer Verbindung einer starken Einwirkung unterworfen, so wird die Lage derselben gewaltiam und schnell verändert, und die Zersetzung geht in wenigen Minuten vor sich. Ist dagegen die Wirkung nur schwach, so können die Theilchen sich nicht so schnell bewegen, werden aber, im Fall diese ununterbrochen statt findet, die erforderliche Lage allmählig annehmen und die Zersetzung wird dann vor sich gehen. Auf solche Weise gelang es Berzelius ziemlich beständige Verbindungen durch die Anwendung äußerst schwacher Kräfte zu zersetzen, indem er solche mehrere Monate lang fortwährend wirken ließ.

§. 8.

Von der Wechselwirkung der Körper.

64. Um diese Wirkungen richtig aufzufassen, ist es nöthig die Reihe elektrischer Verhältnisse festzustellen, welche zwischen einfachen Körpern statt finden. Noch ist man jedoch weit entfernt, dies mit Sicherheit thun zu können. Wir nehmen an, daß der Wasserstoff gegen alle andern Körper positiv und die übrigen einfachen nicht metallischen Körper gegen die Metalle negativ elektrisch sind.

Wir werden weiterhin die nicht metallischen Körper unter sich vergleichen und in den folgenden Bänden werden wir Reihen aufstellen, welche allgemeine Eigenschaften derselben Art in Beziehung auf die Metalle darbieten.

65. Man kann die Wirkungen, welche die Körper wechselseitig aufeinander ausüben, folgendermassen ordnen:

1. Die Verbindung zweier einfacher Körper.
2. Die Zersetzung einer zweifachen Verbindung durch einen einfachen Körper.
3. Die wechselseitige Zersetzung zweier binären Verbindungen.

Es könnten hierzu auch die Wirkungen der zusammengesetzten Körper gezählt werden, so oft diese in Masse aufeinander wirken, denn in diesem Falle, würde ihre Rolle ganz die der einfachen Körper seyn.

Wir wollen diese verschiedenen Fälle näher prüfen.

66. Bei der Verbindung zweier einfachen Körper bieten sich Erscheinungen dar, welche bereits (56) näher betrachtet worden, so daß hier nicht weiter die Rede davon zu seyn braucht. Derselbe Fall findet bei den Verbindungen zweier binären Körper (58) statt, wovon weiter oben bereits Erwähnung gethan worden.

Wir wollen nun die Erscheinungen näher ins Auge fassen, welche statt finden, wenn ein Körper durch einen andern zersetzt wird. Mehrere Fälle können sich hier darbieten, über welche wir einige allgemeine Betrachtungen anstellen wollen. Der einfachste von allen ist der, welcher bereits bei der Wirkung des Chlors auf den Kalk (59) erwähnt worden; hierbei kann sich in der Erklärung dieser Art von Erscheinungen keine Schwierigkeit darstellen. Setzt man das Calciumoxyd der Einwirkung des Chlors aus, so wird der Sauerstoff vertrieben, das Chlor bemächtigt sich des Calciums und Chlorkalcium bildet sich. Läßt man dagegen Sauerstoff auf Chlorkalcium wirken, so ist der Erfolg Null, wie auch immer die Umstände seyn mögen. Derselbe Fall findet auch statt, wenn man Jod auf Kaliumoxyd wirken läßt u. Man kann mithin sagen, das Chlor ist negativer elektrisch gegen das Calcium als der Sauerstoff, so daß in dem Maße, als die Chlortheilchen den Oxydtheilchen sich nähern, sie das Metall anziehen und den Sauerstoff abstossen. Werden die Theilchen dieses letzten Körpers frei, so nehmen sie Gaszustand an, während das Chlor das frei gewordene Metall anzieht. Alle Erscheinungen, wobei es sich um die einfache Ausscheidung eines Körpers handelt, können auf gleiche Weise erklärt werden.

Ganz anders verhält es sich, wenn man z. B. die Wirkung des Schwefels auf die Oxyde und die des Sauerstoffs auf die Schwefelverbindungen erklären will.

Wir wissen bestimmt, daß der Sauerstoff weit negativer als der Schwefel ist; auch versagt der Schwefel den

der Verletzung einer Veranordnung möglich machte,
das einfache Wirkung des Schwefels wider-
steht. Durchaus derselbe Erfolg zeigt sich in vielen
der Wirkung eines Körpers auf eine Verbindung
und nicht zugleich die eines andern Körpers ver-
wehrt. Chlor äußerst z. B. keine Wirkung auf
Zinn, d. h. Chlor für sich kann den Sauerstoff nicht
abstreifen, wenn man aber Kohle hinzu, so findet eine Ein-
wirkung statt, weil sich nun die Rolle des Sauerstoffs be-
zieht auf diese Weise werden Dryde, welche weder die
Chlor für sich allein zerlegen können,
sondern von beiden zerlegt. Die Kiesel-erde, Thon-
erde können hier als Beispiel dienen. Auch Dry-
de der Wirkung des Schwefels allein widerstehen,
aber in Gemenge von Schwefel und Kohle zerlegt,
wie im Titanoryd nebst einigen andern.

Es ist das Vorhergegangene richtig aufgefaßt, so ist
klar, daß die Einwirkung durch einen entgegen-
gesetzten Zustand begünstigt werden kann. Faßt man Sau-
erstoff auf eine Schwefelverbindung wirken, so bildet sich
Schwefelsäure und ein Metalloxyd. Der
Sauerstoff also zugleich eine negative Rolle sowohl
gegen Schwefel, als auch gegen das Metall, und diese
Einwirkung zerlegt die Schwefelverbindung. Man er-
kennt diese Weise warum das Chlor alle Zinnverbindungen
zerlegt, während der Sauerstoff nur eine sehr kleine Anzahl
zerlegt. Der Sauerstoff nämlich kann, bei der ge-
richtigen Art den Versuch anzustellen, nicht sich mit Zinn
verbinden, während Chlor im Gegentheil dies stets vermag.
Ebenso nach der Sauerstoff auf diese Zinnverbindungen
keine Wirkung, während das Chlor eine Dop-
pelwirkung äußert.

Es ist daher festzustellen, daß die Rede nun einfach

sich die Theilchen der Basis des Salzes befinden. Man erhält so eine Art Salz mit einer Doppelsäure, nämlich ein Salz, dessen Basis von zwei Seiten durch zwei verschiedene Säuren angezogen wird, die sich aber gegenseitig einander abstossen. Ist die angewandte Wassermenge groß genug, so daß beide Säuren darin auflöslich sind, so wird man nicht wahrnehmen können, daß eine Veränderung in der Zusammensetzung der angewandten Körper statt gefunden hat. Fügt man z. B. Salpetersäure zu einem schwefelsauren Salze, oder Schwefelsäure zu einem salpetersauren Salze, vorausgesetzt, daß die Substanzen hinreichend mit Wasser verdünnt sind, so ist nicht wahrzunehmen, daß sie eine Veränderung erlitten haben.

Es hat auch wirklich keine Zersetzung statt gefunden, indem ein Zustand des Gleichgewichts zwischen den Theilchen der Basis und jenen der beiden Säuren eingetreten ist; dieser Zustand dauert fort, so lange nicht eine neue Kraft zu gleicher Zeit thätig wird; wenn aber die Säure des Salzes gasförmig und die andere feuerbeständig ist, so geht die Zersetzung vor sich, denn die Theilchen der gasförmigen Säure werden so weit von der Basis abgestossen, daß die schwache Kraftäußerung, welche sie zurück zu halten strebt, ihre natürliche Neigung Gas zu werden nicht überwinden kann. Wenn andererseits das Salz eine starre im Wasser unlösliche Säure enthielte, so würde noch eine Trennung statt finden weil die Theilchen der Säure sich vermöge der Cohäsionskraft zu vereinigen suchten, welches schon hinreichen würde, um den geringen Einfluß, welche die Basis noch auf dieselben ausübt, zu zerstören. Es läßt sich auf diese Weise erklären, warum die Vorsäure z. B. bisweilen auf die salpetersauren Salze, so wie umgekehrt die Salpetersäure auf die borsauren Salze, keine Einwirkung zeigt, während unter andern Umständen die Vorsäure die salpetersauren Salze, aber auch die Salpetersäure ihrer Seite wieder die borsauren Salze, zersetzt. Mengt man Salpetersäure mit einer heißen Auflösung von borsauren Kali, so erfolgt keine Wirkung, weil die Salpetersäure, sowie die Vorsäure, durch das Wasser zurückgehalten wird; läßt man aber das Gemenge erkalten, so setzt sich Vorsäure ab und die Flüssigkeit enthält salpetersaures Kali. Da die Vorsäure in der Kälte sehr wenig auflöslich ist, so konnte nun die Kohäsion ihrer Theilchen mit Erfolg wirken. Wenn dieser Effekt statt gefunden hat, so hat man nur nöthig die Flüssigkeit abzukochen, indem man die Vorsäure in derselben läßt, und bald wird sich dann die Salpetersäure in die Vorlage begeben, indem sich wieder borsaures Kali erzeugt. Weil die Salpetersäure flüchtig und die Vorsäure feuerbeständig ist, so befinden sich in diesem Falle beide in ganz entgegengesetzten Umständen. Nichts sucht nun weiter die Trennung der Vorsäure zu bewirken, während das Bestreben der

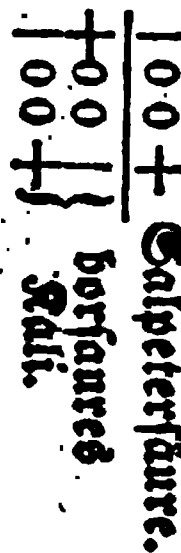
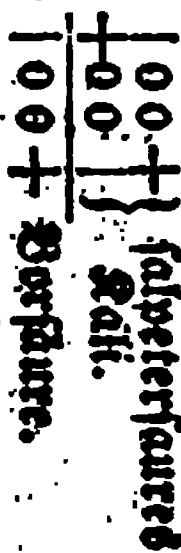
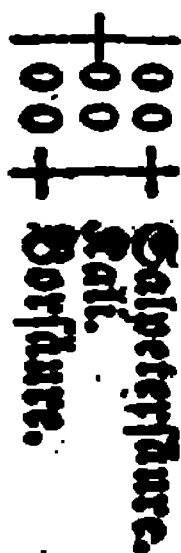
Salpetersäure-Theilchen, flüchtig zu werden, fähig ist, die Anziehung zu überwinden, welche das Kali noch gegen sie ausübt.

Es lassen sich diese drei Fälle auf folgende Weise darstellen:

heisse Auflösung.

kalter Zustand.

Abdampfung.



Im Allgemeinen gilt, daß bei den Wechselwirkungen der tropfbaren Flüssigkeiten nur dann ein eigentlicher Effect statt findet, wenn einer der Körper aus dem flüssigen Zustand in den gasförmigen oder in den starren Zustand übergeht.

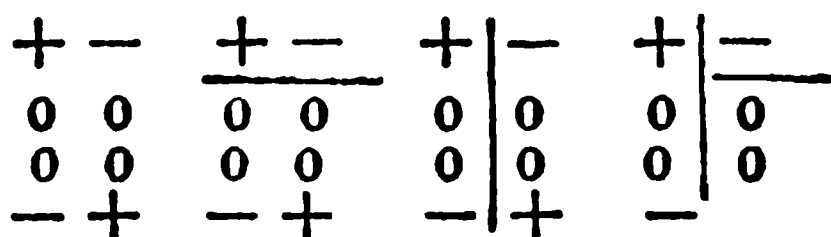
6a. Die Art von Wirkungen, welche wir hier betrachten, begreift einige Erscheinungen in sich, die man nur anführen darf, um ihre ganze Bedeutsamkeit zu erkennen. In der Rothglühhitze reducirt der Wasserstoff das Eisenoryd, erzeugt Wasser und führt das Eisen in den metallischen Zustand zurück. Bei derselben Temperatur zersetzt das Eisen das Wasser, erzeugt Eisenoryd und Wasserstoffgas entbindet sich. Ebenso zersetzt das Wasser das kohlensaure Kali, bildet Kalihydrat und Kohlensäure entbindet sich, während die Kohlensäure ihrerseits das Kalihydrat zersetzt, kohlensaures Salz wieder erzeugt und das Wasser frei macht.

Diese Thatsachen lassen sich weder durch die Flüchtigkeit des einen, noch durch die Feuerbeständigkeit des andern dieser Körper erklären, indem die Umstände in beiden Fällen gleich sind; aber man sieht leicht ein, daß sie nur statt haben in dem Falle, wenn die aufeinander einwirkenden Körper in Absicht auf ihre elektrische Energie einander sehr nahe stehen. Die Temperaturverhältnisse zwischen beiden in Wirksamkeit begriffenen Körpern sind übrigens sehr verschieden. Das rothglühende Eisen zersetzt den Wasserdampf, der eine weit niedrigere Temperatur besitzt, wenn er über das Metall streicht; das rothglühende Eisenoryd wird aber auch zersetzt durch Wasserstoff, der selbst nicht diese hohe Temperatur haben kann, wenn er mit jenem Körper in Berührung kommt. Man muß deshalb annehmen, daß die Steigerung der Temperatur die elektrischen Eigenschaften der Körper aufs kräftigste erregt, und zwar, indem das heiße Eisen hierdurch positiv

ver gegen den kältern Sauerstoff wird, als es der Wasserstoff gegen den Sauerstoff bei gleicher Temperatur ist; im andern Falle ist der heiße Sauerstoff negativer gegen den kalten Wasserstoff, als er gegen das Eisen ist, welches dieselbe Temperatur wie er besitzt. Was wir über den Einfluß der Wärme auf die elektrischen Eigenschaften dieses Körpers kennen, stimmt ziemlich mit dieser Erklärung überein.

69. Die Erscheinungen der doppelten Zersetzung sind es nun noch, die uns zu erklären übrig sind, und dieser Gegenstand ist in der That so leicht, daß wir uns nur auf zwei Fälle beschränken, die näher untersucht werden sollen, nämlich: die Wechselwirkung zweier binärer Verbindungen und die Wirkung der Salze aufeinander.

Es wurde bereits erwähnt, daß zwei binäre Körper, welche mit einander in Berührung gebracht werden, ihre Theilchen dergestalt ordnen, daß die entgegengesetzt elektrischen sich einander nähern; man hat hierbei also nur die Umstände zu berücksichtigen, welche die Verbindung der Elemente auf eine neue Weise bestimmen können.



Es lassen sich hier vier Hapterscheinungen unterscheiden: entweder vereinigen sich die zwei Verbindungen ganz einfach und bilden ein Salz; oder sie nähern sich ohne eine beständige Verbindung zu erzeugen; oder sie zersetzen sich ferner wechselseitig; oder endlich der negative Körper der einen verbindet sich mit dem positiven Körper des andern, während die beiden übrigen Grundstoffe frei werden. Vorstehende vier Figuren stellen diese verschiedenen Verhältnisse dar.

Gesetzt wir nehmen an, alle Verbindungen, welche aus der Wechselwirkung der Elemente zweier binären Verbindungen entstehen können, seyen in einander auflöslich, so ist klar, daß man nicht entscheiden kann, welcher von den drei ersten Fällen statt gefunden hat. Nehmen wir als Beispiel Wasser und Chlornatrium, so zeigt sich, daß eine wässrige Auflösung des letztern Körpers als eine Verbindung von Chlornatrium und Wasser, oder als ein bloßes Gemenge beider Körper betrachtet werden kann, oder endlich noch als eine Verbindung von Chlornwasserstoffsäure und Natriumoxyd, ohne daß in der relativen Anordnung der Theilchen eine Aenderung dadurch entstünde.

Wasserst.	Sauerst.	Wasserst.	Sauerst.	Wasserst.	Sauerst.
Chlor.	Natrium.	Chlor.	Natrium.	Chlor.	Natrium.

Da die angedeutete Anordnung zeigt, daß im Falle der Trennung statt oder nicht statt fände, oder eine Wechselwirkung vor sich gienge, die Stellung der Theile von einander dieselbe bleibt, so lange nicht neue Kräfte ausgetrieben auftreten. Kräfte dieser Art kann die Cohäsion des Streben Gaszustand anzunehmen, seyn.

Wenn der möglichen Verbindungen starr oder unlöslich ist, so bewirkt die Kohäsionskraft eine Trennung; d. h. es findet statt, wenn eine der möglichen Verbindungen, unter den beim Versuche obwaltenden Umständen, vermöge ihrer eigenen elastischen Kraft den Druck der atmosphärischen Luft überwindet und selbst Gas wird.

Man kann in Folge des Gesagten also annehmen, daß Chlorwasser und Wasser, mit einander in Berührung gebracht, sich verbinden und ein Hydrat bilden, oder daß sie sich auflösen, oder sich verbinden, oder daß sie sich endlich zerlegen und Chlorwasser- und Chlornasserstoffsäure bilden; was keineswegs alles gleich.

Demnach zerlegt das Chlorkiesel das Wasser, denn die Kieselsäure wird ausgetrieben. Es bildet sich dann Chlornasserstoffsäure, welche aufgelöst bleibt, und Kieselsäure, welche sich absetzt.

Der Zerk. Kalium zerlegt gleichfalls das Wasser, indem es Wasserstoff bildet, welches in den gasförmigen Zustand übergeht, wenn nur wenig Wasser angewendet wird, sonst es auflöst, was aufgelöst bleibt.

Demnach kann man sagen, daß wenn zwei Körper, in einem bestimmten Verhältnisse zerlegt, zwei neue Verbindungen entstehen, die sich vereinigen können, es ungewiß bleibt, ob diese Zerlegung wirklich statt gefunden hat. Wenn dagegen zwei verschiedenen Verbindungen beide Säuren oder beide Basen sind, so geht in den meisten Fällen die Zerlegung vor; der Umstände wegen nehmen wir sie stets an.

(Zusatz des Verfassers)

Als Beispiels zu dieser aufgestellten Behauptung möge Chlorjod dienen. Wenn diese Verbindung das Wasser zerlegt, so würden dadurch zwei Säuren erzeugt werden, es läßt sich darthun, daß das Wasser nicht von derselben zerlegt wird. Schon durch das bloße Schütteln in der Mischung selbst kann die aufgelöste Verbindung vom Wasser wieder getrennt werden. Man würde also in allen Fällen die Zerlegung des Wassers annehmen dürfen, wenn irgend welches Lösungsmittel die ursprüngliche Verbindung nicht wieder vom Wasser entfernen konnte."

Da die drei ersten Fälle bestimmt sind, so gehen wir zu den übrigen über. Chlorschwefel und Ammoniak bieten uns ein Beispiel dar. Durch ihre Wechselwirkung bildet Chlornasserstoffsäure, Stickstoff und Schwefel. Es wird

In diesem Falle wahrscheinlich die Wirkung durch die Kohäsion des Schwefels bestimmt. Erscheinungen dieser Art können alle auf ähnliche Weise erklärt werden.

70. Es wird nun sehr leicht seyn, die Wechselwirkung der Salze zu begreifen. Mischt man zwei Auflösungen mit einander, so kann einer der drei folgenden Fälle statt finden: entweder läßt sich nichts bestimmen, wie bei salpetersaurem Kali und schwefelsaurem Natrium; oder es bildet sich ein Doppelsalz; bei schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Thonerde; oder es findet endlich eine doppelte Zersetzung statt, wie dies der Fall bei salpetersaurem Baryt und schwefelsaurem Natrium ist. Es ist unverkennbar, daß wir uns stets in demselben Ideentreis befinden. Werden zwei Salze gemischt, so ist es, indem sich die entgegengesetzt elektrischen Theilchen einander gegenüber stellen, gleichgültig, in welcher Richtung man die Scheidelinien zwischen den Gruppen dieser Theilchen zieht, Es bestimmt demnach entweder die Unauflöslichkeit, oder das Streben Gasform anzunehmen, welche eine der möglichen Verbindungen besitzen kann, einzig und allein ihre Trennung.

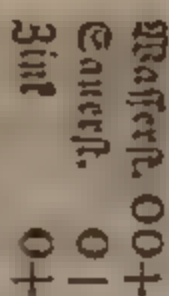
Mischt man z. B. kohlensaures Ammoniak und schwefelsauren Kalk, so bildet sich kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Ammoniak, weil das erste der beiden Salze unlöslich ist. Nimmt man dagegen schwefelsaures Ammoniak und kohlensauren Kalk im trocknen Zustande, und erhitzt das Gemenge bis es rothglühend wird, so bildet sich kohlensaures Ammoniak und schwefelsaurer Kalk, weil das erstere flüchtig ist.

Es mag dies hinreichen, um die in diesem Bande vorkommenden Thatsachen zu verstehen. An der Spitze der folgenden Bände wird man nähere Erörterungen finden, namentlich in Bezug auf die Reaktionen des Wassers und die Wechselwirkung der Salze, wo dann auch die besondern Modifikationen, welche die Körper in den organischen Verbindungen zu erleiden scheinen, berücksichtigt werden sollen.

(Zusatz des Verfassers.)

„Als Anhang zu den bisherigen Betrachtungen, und namentlich in Beziehung auf die genügende Erklärung der chemischen Wirksamkeit der Stoffe, führen wir hier noch einige Beispiele an.

Wir beginnen mit der Wirkung des Wassers, Zinks und der Schwefelsäure bei Bereitung des Wasserstoffs. Das Zink ist positiv gegen den Sauerstoff, woraus folgt, daß das Wasser, was mit ihm in Berührung kömmt, alle seine Sauerstofftheilchen ihm zuwendet, während der Wasserstoff von dem Metall abgestoßen wird. Man hat demnach



den nun die Wasserstofftheilchen so weit abgestossen, aus der Sphäre der Wirksamkeit des Sauerstoffs zu sein, die Zersetzung des Wassers statt finden. Der Fall, wenn Kalium auf das Wasser einwirkt. Das Zink nicht positiv genug ist, so muß sein positiver Zustand heber gesteigert werden durch die Bestehen des negativen Körpers. Dies geschieht in der galvanischen Zelle durch Kupfer, hier aber mittelst der Schwefelsäure. Der Körper und das Zink bilden ein Element der Zelle. Die Säure zieht den Wasserstoff an und verbindet und das Metall dagegen zieht den Sauerstoff an, so daß es sich verbindet. Das gebildete Oxyd verbindet sich mit der Säure. Bei jeder Zersetzung dieser Zelle wird der Sauerstoff und die Säure den Wasserstoff ab, so wie das Metall sich mit dem Sauerstoff verbindet, so ereignet es sich auch zuweilen, daß der Wasserstoff dem Wasserstoff vereinigt, unter Mitwirkung der Zersetzung. Schwefelsäure, Wasser und Zink wirken auf besagte Zelle ein. Zink vereinigt sich mit dem Sauerstoff zu Zinkoxyd, welches sich an die schwefelsäure Säure an ihren negativen Bestandtheil, den Sauerstoff, an Wasser, indem jene dadurch in unterschwefelsäure umgewandelt wird, die mit dem vorhandenen Zink unter schwefelsäure Eisenorydul erzeugt. Wir sehen nun die Wirkung, welche Fluor-Calcium, und Schwefelsäure auf einander üben, näher bezeichnen. Aus dem früher Gesagten geht hervor, daß die Zersetzung des Fluorcalciums und der Kieselerde folgende gegen einander annehmen werden.

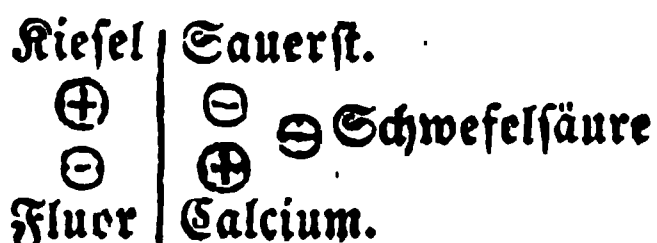


Wird nun diese Körper zu binären Verbindungen, diese seyn:

- 1. — eine Säure,
- 2. — eine Säure aber schwächer als die vorige,
- 3. — neutral oder wenigstens beinahe neutral,
- 4. — eine sehr mächtige Basis.

Wenn wir nun an, daß die Schwefelsäuretheilchen zu treten, so werden sie abgestossen von dem Fluor-
Calcium.

Kiesel und der Kieselerde, sehr wenig angezogen von dem Fluorcalcium, stark dagegen aber vom Kalk. Die Schwefelsäure wird demnach an den Kalk treten und man hat nun



Zieht aber die Säure den Kalk an und stößt das Fluorkiesel ab, so erfolgt daraus nothwendig eine Zersetzung, das Fluorkiesel wird frei, indem andererseits schwefelsaurer Kalk gebildet wird.

Diese Beispiele werden hinreichen, um zu zeigen, wie in ähnlichen Fällen verfahren werden muß, um sich einen recht deutlichen Begriff von der chemischen Wirkungsweise der Körper zu machen."

§. 9.

Allgemeine Betrachtung der nichtmetallischen Körper.

71. Man kennt dreizehn dieser Körper, nämlich: Bor, Brom, Chlor, Fluor, Iod, Kiesel, Kohlenstoff, Phosphor, Sauerstoff, Selen, Schwefel, Stickstoff und Wasserstoff.

Diesen Körpern reihen wir noch das Arsenik an, da es hinsichtlich seiner chemischen Eigenschaft hierher gehört, obgleich es sonst noch unter den Metallen aufgeführt wird.

Von diesen Körpern sind 3 starr und unfähig zu schmelzen oder sich zu verflüchtigen, selbst bei der höchsten Temperatur, nämlich Kohlenstoff, Bor und Kiesel. Vier andere sind starr bei gewöhnlicher Temperatur, schmelzen aber und verflüchtigen sich leicht.

Ein einziger unter diesen Körpern ist tropfbarflüssig bei gewöhnlicher Temperatur, nämlich Brom.

Vier sind gasförmig, nämlich: Stickstoff, Chlor, Wasserstoff und Sauerstoff; nur Chlor allein kann von diesen Körpern durch großen Druck tropfbar flüssig erhalten werden.

Fluor endlich wurde noch nie isolirt dargestellt.

Der Wasserstoff zeichnet sich unter diesen Körpern besonders dadurch aus, daß er stets positiv elektrisch gegen die Übrigen ist.

Es lassen diese sehr leicht sich flüssifiziren, wenn man ihre Wasserstoffverbindungen als Anhaltspunkte nimmt. Fluor, Chlor, Brom, Iod, Selen und Schwefel bilden z. B. Säuren, indem sie sich mit Wasserstoff vereinigen.

Der Sauerstoff bildet dagegen mit diesem Körper eine sehr indifferente Verbindung, nämlich das Wasser.

Stickstoff, Phosphor, Arsenit und Kohlenstoff bilden mit dem Wasserstoff alkalische Verbindungen, oder wenigstens Körper, welche ihnen nahe stehen.

Bor und Kiesel wurden bis jetzt noch nicht mit Wasserstoff verbunden.

71. Wir wollen eine kurze Uebersicht geben von den hervorstechendsten Eigenschaften einer jeden dieser Gruppen, wie sich gemäß dieser Betrachtungsweise aufstellen lassen.

Wasserstoff.

Fluor	}	1 Atom von jedem dieser Körper und 1 Atom Wasserstoff bilden 1 Atom Säure.
Chlor		
Brom		
Jod		

Selen	}	1 Atom von diesen beiden und 1 Atom Wasserstoff bilden 1 Atom Säure.
Schwefel		

Sauerstoff. 1 Atom von diesem Körper und 1 Atom Wasserstoff bilden Wasser, eine sehr indifferente Substanz.

Stickstoff	}	1 Atom von jedem und 1 1/2 Atom Wasserstoff bilden 1 Atom eines gasförmigen basischen Körpers.
Phosphor		
Arsenit		

Bor	}	wurden noch nicht mit Wasserstoff verbunden.
Kiesel		

Kohlenstoff. 2 Atom desselben und 2 Atom Wasserstoff bilden 1 Atom eines gasförmigen basischen Körpers.

Die den einzelnen dieser Gruppen angehörigen Körper zeigen eine merkwürdige Aehnlichkeit untereinander.

Verbinden sich Fluor, Chlor, Brom und Jod mit Wasserstoff, so werden dadurch vier, ihrer Zusammensetzung nach, sehr ähnliche Säuren gebildet, die viele Eigenschaften miteinander gemein haben. Das Fluor konnte noch nicht mit Sauerstoff verbunden werden; wohl aber das Chlor, Brom und Jod, welche mit demselben Säuren bilden, die aus einem Atom von jedem dieser Körper und zwei und einem halben Atom Sauerstoff zusammengesetzt sind. Diese sämtlichen Säuren zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie äußerst leicht ihren Sauerstoff an sehr viele Substanzen abgeben. Alle Verbindungen dieser vier Grundstoffe mit andern Körpern sind isomorph.

Selen und Schwefel, abgesehen von ihren ähnlichen Verbindungen mit Wasserstoff, bilden beide zwei Sauerstoffsäuren, die eine besteht aus einem Atom Radical und zwei Atomen Sauerstoff und die andere aus einem Atom Radical und drei Atomen Sauerstoff. Diese beiden Grundstoffe bilden stets isomorphe Verbindungen.

Der Sauerstoff hat durchaus keine Aehnlichkeit mit übrigen nicht metallischen Körpern. Am meisten nähert sich noch dem Schwefel; allein er unterscheidet sich von demselben dadurch, daß er mit Wasserstoff keine Säure bildet und überhaupt noch darin, daß er negativ gegen Chlor, Brom und Jod ist, während der Schwefel positiv gegen diese tritt.

Stickstoff, Phosphor und Arsenik gleichen sich sehr, wohl durch ihre Wasserstoffverbindungen, als auch durch Sauerstoffverbindungen. Mit Wasserstoff bildet der Stickstoff ein mächtiges Alkali, der Phosphor einen basischen Körper und der Arsenik eine Verbindung, welche wahrscheinlich auch diese Eigenschaft besitzt, wofür man jedoch noch keine positiven Beweise hat. Der Sauerstoff bildet mit Jedem derselben mächtige Säuren, welche aus einem Atom Radical und dertheil oder drittheil Atomen Sauerstoff bestehen; Stickstoff unterscheidet sich aber von den beiden übrigen durch, daß seine Säuren die Hälfte von der Basismenge neutralisiren, welche zur Neutralisation der Phosphor- und Arseniksäure erfordert wird. Dagegen sind Phosphor und Arsenik sich in allen Beziehungen ähnlich und bilden stets isomorphe Verbindungen.

Bor und Kiesel gleichen sich in vieler Hinsicht, unterscheiden sich aber in wesentlichen Beziehungen wiederum. Sie bilden Verbindungen, welche sie mit Fluor und Chlor bilden, in Absicht auf die Anzahl der Atome nicht auf gleiche Weise zusammengesetzt, haben aber viele Eigenschaften miteinander gemein.

Der Kohlenstoff dagegen unterscheidet sich von allen übrigen genannten Körpern in wesentlicher Hinsicht. Er leitet die Elektrizität und Wärme vollkommen, und kann in dieser Beziehung leicht mit den Metallen verwechselt werden, von welchen er sich übrigens nur durch seine Durchsichtigkeit unterscheidet, die er als Diamant besitzt. Er unterscheidet sich von den Metallen aber durch die Charaktere, welche er in Verbindung mit dem Chlor, Schwefel etc. besitzt. Wenn wir auf den Wasserstoff, den Sauerstoff und das Fluor nicht weiter Rücksicht nehmen, so bemerken wir, daß das Chlor mit Brom, Jod, Selen, Schwefel, Phosphor, Arsenik, Bor und Kiesel Verbindungen bildet, welche das Wasser zersetzen während dadurch Chlormwasserstoffsäure einerseits und Sauerstoffsäure von Brom, Jod andererseits erzeugt werden. Der Kohlenstoff im Gegentheil bildet mehrere Chlorverbindungen, welche keinesweges auf Wasser einwirken. Auch Chlor, Stickstoff besitzt diese letztere Eigenschaft, was eine Aehnlichkeit zwischen Kohlenstoff und Stickstoff begründet, welche aus dem aber wegen ihrer übrigen Eigenschaften getrennt voneinander stehen.

Unter den nichtmetallischen Körpern scheint sich der Kohlenstoff dem Kiesel und dem Bor am meisten zu nähern, vermöge seiner Unschmelzbarkeit, seiner Feuerbeständigkeit und seiner Unauflöslichkeit in allen bekannten Auflösungsmitteln. Einerseits läßt sich das Kiesel und Bor kaum isolirt darstellen, andererseits besitzen das Kiesel und der Kohlenstoff zugleich das Vermögen das Eisen in Stahl umzuwandeln, eine sehr merkwürdige Eigenschaft, die sie offenbar einander nahe stellt.

Alle diese erwähnten Umstände werden die Annahme folgender Klassifikation rechtfertigen:

1^{tes} Geschlecht. Wasserstoff.

2^{tes} Geschlecht. Fluor, Chlor, Brom, Jod.

3^{tes} Geschlecht. Selen, Schwefel. Anhang, Sauerstoff.

4^{tes} Geschlecht. Phosphor, Arsenik. Anhang, Stickstoff.

5^{tes} Geschlecht. Bor, Kiesel. Anhang, Kohlenstoff.

72. Wir wollen nun das gegenseitige elektrische Verhalten dieser Körper näher prüfen. Es wurde bereits bemerkt, daß die Reihenfolge der Körper in dieser Beziehung nach den Umständen verschieden sey. Wir werden folglich von den nichtmetallischen Körpern einem jeden diejenigen übrigen gegenüber stellen, mit welchen man ihn verbinden konnte, und zwar in einer Ordnung, welche ganz dem Maasse der elektro-negativen Kraft, welche dieselbe gegen ihn äußern, entspricht; die elektrisch kräftigsten stehen jedesmal dem Körper zunächst.

Wasserstoff. — Fluor, Chlor, Sauerstoff, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Kohlenstoff, Phosphor, Arsenik, Stickstoff.

Bor. — Fluor, Chlor, Sauerstoff, Schwefel.

Kiesel. — Fluor, Chlor, Sauerstoff, Schwefel.

Kohlenstoff. — Sauerstoff, Chlor, Jod, Schwefel, Stickstoff.

Arsenik. — Sauerstoff, Fluor, Chlor, Brom, Jod, Selen, Schwefel, Phosphor.

Phosphor. — Sauerstoff, Fluor, Chlor, Brom, Jod, Selen, Schwefel.

Selen. — Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel.

Schwefel. — Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Selen.

Stickstoff. — Chlor, Jod, Sauerstoff.

Jod. — Sauerstoff, Chlor, Brom.

Brom. — Chlor, Sauerstoff.

Chlor. — Sauerstoff.

Fluor. — Kein bekannter Körper.

Sauerstoff. — Kein bekannter Körper.

Diese Tafel kann auf verschiedene Weise angewendet werden. Nimmt man die erste Reihe der Namen in senkrechter Richtung, so bemerkt man, daß der Wasserstoff positiv elektrisch gegen alle nicht metallischen Körper ist, und daß dagegen der Sauerstoff sich negativ ohne Ausnahme gegen alle übrigen verhält. Jeder der übrigen Körper ist negativ ge-

gen diejenigen, welche über ihn stehen und positiv gegen die, welche abwärts auf ihn folgen. Wir haben demnach Schwefelwasserstoff, Schwefelbor, Schwefelkiesel, Schwefelkohlenstoff, Schwefelarsenit, Schwefelphosphor und Schwefelselen dagegen aber Jodschwefel, Bromschwefel, Chlorschwefel etc.*).

Das Arsenit macht eine Ausnahme, denn gegen Wasserstoff ist es weniger negativ, gegen Sauerstoff aber weniger positiv als der Phosphor.

In anderer Beziehung giebt uns die horizontale Reihe ein deutliches Bild von der relativen Stärke der Verwandtschaft, welche die darin aufgeführten Körper gegen den ersten ihnen gegenüberstehenden Grundstoff besitzen. Man sieht z. B. daß das Arsenit keinem ihm voranstehenden Körper den Wasserstoff entreißen kann. Der Schwefel und das Selen dagegen entziehen allen auf sie folgenden Körpern den Wasserstoff. Derselbe Fall findet mit Brom und Jod, Chlor und Sauerstoff und wahrscheinlicher Weise auch mit Fluor statt. Das Chlor zersetzt das Wasser, erzeugt Chlornasserstoffsäure und der Sauerstoff wird frei; es zersetzt auch die Bromwasserstoff-, Jodwasserstoff-, Schwefelwasserstoff-, Selenwasserstoff-, Säure, den Kohlenwasserstoff, das Ammoniak, den Phosphorwasserstoff und Arsenitwasserstoff, indem sich stets Chlornasserstoffsäure bildet und Brom, Jod, Schwefel, Selen, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor und Arsenit frei wird.

Dieselbe Regel gilt für alle Fälle; der Sauerstoff z. B. entreißt dem Chlor den Phosphor, das Chlor entreißt diesen dagegen dem Brom, das Brom dem Jod, das Jod dem Selen und das Selen dem Schwefel.

73. Diese Regeln sind jedoch nicht absolut gültig, denn das Chlor z. B. kann weder das Kiesel noch das Bor dem Sauerstoff entziehen, ebenso kann auch der Sauerstoff diese Körper dem Chlor nicht entreißen, die angenommene Ordnung bleibt also für diesen Fall, sowie für einige andere immer ungewiß.

Man kann jedoch aus dieser Tafel einige Regeln in Beziehung auf diesen letzten Fall ableiten. Gesezt man wollte die Borsäure oder Kieselsäure durch Chlor zersetzen, indem man einen die Zerlegung befördernden Körper zufügt. Dieser Körper müßte dann der positivste seyn, zugleich aber doch sich positiver gegen den Sauerstoff als gegen das Chlor verhalten. Letztere Bedingung schließt den Wasserstoff aus. Weiter herunter ist der erste sich anbietende Körper der Koh-

*) Wir erinnern hier an die weiter oben, bei der Nomenklatur, festgestellte Grundregel, nach welcher bei der Namenbildung der Verbindungen stets der electronegative Körper vorangesezt wird. E.

hier wird demnach, da er alle erforderlichen Eigenschaften besitzt, vorgezogen werden müssen.

2. Es lassen die Verhältnisse, welche wir hier einzeln untersucht haben, so viel Ungewißheit übrig, daß wir kaum recht wagen darf, eine ähnliche Tafel für die Verbindungen zu entwerfen. Wir beschränken uns darauf, hier nur die Gruppen geordneter Verbindungen vorzulegen, und diejenigen Körper zusammenstellen, welche denselben Eigenschaften mit einander gemein haben; es sollen diese Körper an die Spitze der Gruppe gestellt werden, welche das Studium der folgenden am meisten erleichtern können.

Beginnen wir die einfachen Körper und die atmosphärischen Luftarten, deren Studium wir voraus setzen, so kann man die Verbindungen folgendermaßen gruppieren:

Erste Gruppe. — Wasserstoffverbindungen.

Beispiele. — Naphthalin, oxydirtes Wasser.

- | | | |
|---------|---|---|
| Säuren. | { | 1. Chlorwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure, Jodwasserstoffsäure, Fluorwasserstoffsäure. |
| | | 2. Schwefelwasserstoffsäure, Selenwasserstoffsäure. |
| Gase. | { | 3. Phosphorwasserstoff, Arsenikwasserstoff, Ammoniak. |
| | | 4. Kohlenwasserstoff. |

Zweite Gruppe. — Sauerstoffverbindungen.

- | | | |
|---------|---|--|
| Säuren. | { | 1. Chlorsäure, Bromsäure, Jodsäure. |
| | | 2. Schwefelsäure, selenische Säure, Schwefelsäure, Selenensäure. |
| | | 3. Phosphorische Säure, Phosphorsäure, arsenische Säure, Arseniksäure, unterjaspetrische Säure, Salpetersäure. |
| | | 4. Kohlensäure. |
| | | 5. Borssäure, Kieselsäure. |

Die als Anhang hierher gehörigen Körper.

- | | | |
|-----------|---|---------------------|
| Beispiele | { | 1. Stickstoffoxyde. |
| | | 2. Kohlenoxyde. |
| | | 3. Phosphoroxyde. |

Dritte Gruppe.

- | | | |
|-----------|---|---|
| Säure. | { | 1. Fluor-Bor, Fluor-Kiesel, Fluor-Arsenik. |
| | | 2. Chlor-Brom, Chlor-Jod, Chlor-Phosphor,
Chlor-Arsenik, Chlor-Schwefel, Chlor-Selen,
Chlor-Bor und Chlor-Kiesel. |
| | | 3. Brom-Jod, Brom-Phosphor, Brom-Schwefel
und Brom-Selen. |
| | | 4. Jod-Phosphor, Jod-Arsenik. |
| | | 5. Schwefelarsenik. |
| | | 6. Schwefel-Bor und Schwefel-Kiesel. |
| Neutrale. | { | Chlor-Kohlenstoff, Jod-Kohlenstoff. |
| | | Chlor-Stickstoff, Jod-Stickstoff. |
| | | Schwefel-Kohlenstoff. |

Vierte Gruppe.

Cyan und seine Verbindungen.

Handbuch

der

angewandten Chemie.



Erstes Buch.

1. Dieses Buch enthält die Beschreibung der nichtmetallischen Körper und ihrer Verbindungen unter einander. Man wird bereits bemerkt haben, daß diese Körper sich bequem nach Gruppen oder Familien zusammenstellen lassen und daß man für jede derselben allgemeine äußerst einfache Charactere ohne Mühe festsetzen kann. Betrachtet man jedoch alle diese Stoffe zusammen, so ist es kaum möglich, ihnen gemeinschaftliche Eigenschaften beizulegen. Sie sind zwar ohne Ausnahme schlechte Leiter der Electricität und der Wärme; indessen dieß scheint wenig Einfluß auf ihre andern Eigenschaften zu haben, wenigstens nach der außerordentlichen Verschiedenheit zu urtheilen, die zwischen den übrigen Eigenthümlichkeiten dieser einfachen Stoffe statt findet. Demnach beschränken wir uns auf dasjenige, was schon im Allgemeinen aus einander gesetzt wurde, und wollen die Gegenstände unserer Betrachtung auf eine nur sehr künstliche und keineswegs ihrer Natur entsprechenden Weise zusammenzustellen suchen, indem wir nämlich ihr Verhalten in Beziehung auf die Fabrication dabei zur Richtschnur nehmen.

Die Bereitung dieser Körper, so wie ihrer Verbindungen unter sich, ist zwar nicht die Aufgabe sehr künstlicher Gewerbe, allein wir müssen sie doch einigermaßen ausführlich abhandeln, weil sich unter beiden eine Menge kräftig wirkender Mittel vorfinden, welche bei den Operationen fast aller Industriezweige angewendet werden.



Kapitel I.

Wasserstoff. Luftschiffahrt.

(Synonyme. Brennbare Luft, inflammable Luft.
Lat. Hydrogenium. Franz. Hydrogène.)

2. In einigen zu Anfang des vorigen Jahrhunderts erschienenen chemischen Werken findet man schon unbestimmte Angaben über die Erzeugung und Verbrennbarkeit des Wasserstoffs, aber eigentlich ist es Cavendish dem wir die ersten genau darüber angestellten Versuche verdanken. Anfangs nannte man ihn brennbare Luft, aber seit der von den französischen Gelehrten vorgenommenen Veränderung der chemischen Nomenclatur erhielt er den Namen Wasserstoff (Erzeuger des Wassers).

3. Eigenschaften. Dieser Körper kommt immer gasförmig vor, er ist farblos, ohne Geruch und Geschmack. Seine Dichtigkeit nach der Angabe von Berzelius und Dulong ist 0,0687. Man findet 0,0688, wenn man sie aus der Zusammensetzung des Wassers herleitet. Es geht hieraus hervor, daß die Luft wenigstens 14 mal schwerer ist, als dieses Gas, und hierdurch erklären sich viele seiner Eigenschaften, besonders seine Anwendung bei Luftreisen. Dieser Unterschied der Dichtigkeit gestattet den in einem Gefäße enthaltenen Wasserstoff in ein anderes mit Luft angefülltes zu versetzen. Man nehme zu dem Ende zwei Gefäße mit gleichweiten Öffnungen und füge letztere genau auf einander, nachdem man das untere vorher mit Luft, das obere mit Wasserstoff angefüllt hat. Kehrt man sie nun behutsam um, ohne sie zu trennen, so daß das, die Luft enthaltende nach oben, und das den Wasserstoff einschließende nach unten zu stehen kommt, so wird man finden, daß beide Gase sich wechselseitig verdrängen und das obere Gefäß fast allein Wasserstoff aufnimmt, der sich bei Berührung mit einer brenne-

den Kerze entzündet, während sich in dem untern fast nur reine Luft vorfindet, worin die Kerze ruhig brennt.

Der Versuch gelingt am besten, wenn das Gefäß, welches den Wasserstoff enthält, kleiner als das andere ist.

Der Wasserstoff löscht brennende Körper aus. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur ein großes Gefäß mit dem Gase zu füllen und eine angezündete Kerze hinein zu tauchen, doch mit der Vorsorge, dem Glase eine solche Lage zu geben, daß seine Öffnung stets nach Unten gerichtet ist, weil sonst das Gas entweichen und sich in der Atmosphäre verbreiten würde. Die erste Gaschicht fängt Feuer, weil sie sich in Berührung mit der Luft befindet; aber indem man die Kerze höher eintaucht, verlöscht sie. Zieht man sie zurück, so entzündet sie sich wieder, weil sie durch die brennende Gaschicht kommt und so fort. Wenn das Gefäß geräumig ist, so kann man diese Erscheinung fünf bis sechsmal von Neuem hervorbringen.

Das Wasserstoffgas verändert sich nicht bei der allerhöchsten Temperatur und selbst durch den stärksten Druck wird es nicht tropfbar flüßig. Licht und Elektricität äußern keine Wirkung darauf. Seine lichtbrechende Kraft verglichen mit der der Luft ist 0,470; seine Wärmekapazität kommt mit der anderer Gase überein, aber sein Vermögen, die Wärme zu leiten, ist stärker als das der übrigen Gase.

4. **Vereitungsart.** Um sich Wasserstoffgas zu verschaffen, benutzt man die Zusammensetzung des Wassers, wovon 100 Theile aus 11,10 dieses Körpers und 88,90 Sauerstoff bestehen; letzterer trennt sich sehr leicht, vermöge der Begierde, womit er sich mit vielen andern Körpern und namentlich mit einigen Metallen verbindet.

Man kann eine große Menge reines Wasserstoffgas gewinnen, wenn man einen Flintenlauf, in welchen man Eisendrehspäne gebracht hat, quer durch einen Ofen legt, an dem einen Ende desselben eine zur Hälfte mit Wasser angefüllte Retorte und an dem andern eine gekrümmte Röhre anpaßt, die zum Auffangen des Gases bestimmt ist.

Sobald das eiserne Rohr zum Glühen gebracht und das Wasser bis zum Siedpunkte erhitzt ist, wird der Dampf

dieser Flüssigkeit gezwungen durch die glühenden Drehspäne zu bringen; hier aber zerfällt er sich, erzeugt Eisenoxyd, das in dem Rohre bleibt und Wasserstoffgas, welches sich entbindet und in mit Wasser gefüllten Flaschen gesammelt werden kann. Das zuerst aufgefangene, da es durch die Luft des Apparats verunreinigt ist, muß freigelassen werden; aber nachdem man zwei bis drei Liter verloren hat, so bekommt man reinen Wasserstoff, der alle erwähnten Eigenschaften besitzt.

5. Gewöhnlich bedient man sich dieses Verfahrens nicht, um sich das Wasserstoffgas zu einer Menge chemischer Versuche zu verschaffen, wobei man es heut zu Tage anwendet. Man gewinnt es zwar auch mittelst eines Metalls aus dem Wasser, aber man operirt in der Kälte, und begünstigt die Zersetzung durch die Gegenwart einer Säure. Der Versuch geht äußerst leicht vor sich. Man nimmt eine Flasche von einem Liter, mit zwei Öffnungen (Taf. 4, Fig. 12); an einer derselben bringt man eine gekrümmte Röhre an, um das Gas aufzufangen, an der anderen eine gerade Röhre von 3 Millimeter Durchmesser, welche bis auf den Boden des Gefäßes hinabgeht und die sich außerhalb 12 bis 15 Centimeter erhebt. Man bringt in die Flasche 40 bis 50 Gramme Zink und eine hinlängliche Menge Wassers, um sie bis zu Zweidrittel anzufüllen. Nachdem alles auf die Weise vorbereitet ist, gießt man allmählig durch die gerade Röhre concentrirte Schwefelsäure bis auf den Grund des Gefäßes; man nimmt ein lebhaftes Aufbrausen wahr und Wasserstoffgas entwickelt sich durch die gekrümmte Röhre. Aufbrausen und Gasentbindung dienen, um die Operation zu reguliren und zeigen den Augenblick an, wo es nöthig ist wieder Säure zuzufügen, um die Erzeugung des Gases zu befördern, oder einzuhalten, wenn man Grund hat zu befürchten, daß sie zu heftig werden möchte. Das Gas wird über Wasser aufgefangen und darf als rein angesehen werden, wenn man die Vorsicht gebraucht hat, die ersten Liter weggehen zu lassen. Dieser Versuch kann auch sehr leicht mit einer Retorte vorgenommen werden, an der man eine gebogene Röhre befestigt; aber dann muß man zu gleicher Zeit Zink, Wasser und Säure hineinbringen und das Gas auffangen.

6. Die Produkte dieser Operation sind allemal: Wasserstoff und eine Auflösung von schwefelsaurem Zink, deren Zerkleinerung von einer ziemlich beträchtlichen Wärmeentwicklung begleitet ist. Das Wasser wird offenbar zersetzt, sein Sauerstoff verwandelt das Zink in Zinkoxyd, das mit der angewendeten Schwefelsäure zusammentritt, und sein freier Wasserstoff entwickelt sich als Gas.

Vermittelt der atomistischen Theorie kann man das Mengenverhältniß der angewendeten Stoffe, so wie der erhaltenen Produkte auf folgende Weise ansetzen:

Angewendete Atome.

2 Wasser	112,48
1 Zink	403,23
1 wasserfreie Schwefelsäure	501,16

Hervorgebrachte Atome.

2 Wasserstoff	12,48
1 Zinkoxyd	} 1 schwefelsaures Zinkoxyd
1 wasserfreie Schwefelsäure	
	1004,39

7. Bemerken wir gleichwohl, daß, um das Zink vollkommen aufzulösen, es jedesmal nöthig ist, einen Überschuß von Säure zuzusetzen. Statt des Zinks gebraucht man zuweilen ein wohlfeileres Metall, nämlich Eisen im Zustande von Feil- oder Drehspänen, auch als Drath oder kleine Nägel. In diesem Falle bildet sich Wasserstoff und schwefelsaures Eisenoxydul; jedoch dieses Verfahren, dessen man sich in den Laboratorien nur selten bedient, erfordert einen viel größeren Überschuß von Säure, als das vorhergehende, weil das Eisen nicht so leicht als das Zink angegriffen wird. Verfahrensart und Theorie sind übrigens den vorherbeschriebenen ähnlich. Man darf nur an die Stelle des Zinks in obiger Berechnung das Gewicht von 1 Atom Eisen setzen.

8. Es ist indessen durchaus nöthig zu bemerken, daß das durch die Schwefelsäure erhaltene Gas niemals sehr rein ist. Seine Dichtigkeit ist größer. Biot und Trago fanden sie zu 0,0732. Es besitzt einen starken, einigermassen knoblauchartigen Geruch, ähnlich dem des Phosphors. Diese Verschiedenheit scheint von der Gegenwart

einer kleinen Menge eines öhligten Stoffes herzurühren, welchen man von dem Gase absondern kann, entweder mit Hülfe von Alcohol, der ihn auflöst, oder durch Älkali, das sich mit denselben verbindet. Die beste Art, das auf die Weise erhaltene Wasserstoffgas zu reinigen, besteht folglich darin, es mit einer kräftigen Salzbase in Berührung zu setzen. Es gelingt sehr gut mit Älkali in feuchten Bruchstücken; wiewohl man mit dem nämlichen Erfolge auch eine concentrirte Auflösung dieses Körpers benutzen kann. Oft hat man reines und trockenes Wasserstoffgas nöthig, und dann verschafft man es sich leicht mittelst eines Gefäßes, (Taf. 3. Fig. 5.) das angefeuchtetes Kali in seinem unteren Theile und kleine Stücke von trockenem Älkali im oberen Theile enthält. Man läßt das Gas durch eine lange Röhre an den Boden des Gefäßes gelangen; das feuchte Kali entzieht ihm sein Öhl und der trockene Kalk sein hygrometrisches Wasser, dann geht es durch eine zweite Röhre, deren Öffnung sich unmittelbar unter dem Stöpsel im Gefäße befindet, in den Apparat, dergestalt gereinigt, sey es nun mittelst Alcohol oder Älkali, verliert der Wasserstoff seinen Geruch und wird leichter.

Es wurde bereits angeführt, daß dieses Gas über Wasser gesammelt werden kann, da es nicht merklich auflöslich in dieser Flüssigkeit ist.

Nach Theodor von Saussure verschlucken 100 Raumtheile gekochtes Wasser 4,5 Wasserstoff, und diese Angabe scheint sogar noch zu stark. Man kann mithin ohne Schwierigkeit das Wasserstoffgas über Wasser sammeln, allein es darüber lange Zeit aufzubewahren, ohne daß es sich verändert, ist unmöglich. Das Wasser enthält unter gewöhnlichen Umständen immer etwas Luft und hat man es davon befreit, so zieht es, sobald die Berührung mit ihr wieder hergestellt ist, sehr schnell diejenige Menge wieder an, welche es aufnehmen kann. Läßt man folglich eine Glocke voll von Wasserstoff über einer mit Wasser gefüllten Wanne stehen, so verunreinigt sich das Gas bald, denn so wie es sich im Wasser auflöst, vertreibt es die darin enthaltene Luft; diese aber mengt sich mit dem zurückbleibenden Wasserstoffgas. Diese Wirkung findet so schnell statt, daß eine Glocke mit Wasser-

Besser noch ist es, den Wasserstoff über gekochtem Wasser oder über Quecksilber in Flaschen mit eingeriebenen Gläsern aufzufangen und sie sorgfältig zu verschließen, indem den Stempel selbst mit etwas Talg umgiebt. Gleiches ist es in jedem Falle gut, nur solches Gas zu gebrauchen, das kurz vorher bereitet worden war, da man sich leicht in wenigen Minuten große Mengen davon verschaffen kann.

In Flaschen läßt sich das Wasserstoffgas auf längere Zeit so wenig wie über Wasser aufbewahren, indem sie im-perös genug sind, um sehr bald einen Wechsel zwischen äußerer Luft und dem eingeschlossenen Gase zu gestatten. Antheil Wasserstoff entweicht, eine entsprechende Menge ersetzt ihn, und wenn man nicht die Vorsicht gebraucht, Flaschen erst in demselben Augenblick zu füllen, in welchem das Gas anwenden will, so ist man ohne allen Zweifel starken und gefährlichen Detonationen ausgesetzt.

9. Benennung. Der Wasserstoff spielt eine große Rolle bei Naturerscheinungen. Er vereinigt sich mit sehr vielen Körpern; er bildet einen Bestandtheil des Wassers, man trifft ihn in den meisten organischen Stoffen, und er besitzt dermaßen viele und eigenthümliche Eigenschaften, daß es keinen anderen einfachen Körper giebt, welchem er, in einer auf chemische Eigenschaften sich gründenden Klassification, nahe gestellt werden konnte. Seine Anwendungen im Zustande der Reinheit sind nicht zahlreich. Er ist den Chemikern ein sehr nutz-

Letzteres ist die einzige seiner Benutzungen, welche wir hier betrachten wollen; alle übrigen finden ihre Stelle in andern Abtheilungen dieses Werkes.

10. Die jetzt gebräuchlichen Luftschiffe sind große kugelförmige oder eiförmige Säcke von gefirnißten Taffet.

Der Firniß ist nothwendig, um das Wasserstoffgas zu verhindern, durch die Zwischenräume des Gewebes zu entweichen. Diese Säcke sind unten offen um das Gas einzulassen; an ihren obern Theile sind zwei oder drei Klappen angebracht, die der Luftschiffer mittelst eines Fadens nach Belieben öffnen kann; sie gestatten dem Gase einen Ausweg, das, indem es in die Luft entweicht, die Leichtigkeit des Ballons verringert und dadurch seine aufsteigende Bewegung mäßigt, oder ihn nöthigt gegen die Erde zu sinken.

Bei der Konstruktion der Luftschiffe haben wir zu berücksichtigen: die Hervorbringung des Gases und die Bekleidung der Hülle. Alles übrige gehört nicht zum Zwecke dieses Werkes.

11. Die Erzeugung des Gases stützt sich auf die Grundsätze, welche wir schon auseinander gesetzt haben. Nur muß man, weil mehr im Großen gearbeitet wird, die Flaschen mit Fässern vertauschen, deren oberer Boden mit Löchern versehen ist, um den Röhren den Eingang zu gestatten. In jedes Faß (Taf. 6. Fig. 1.) wird eine angemessene Menge von Eisenfeilspänen oder besser von Eisenblech-Schnitzeln gebracht. An jedem ist eine gerade Röhre von Blei angebracht, um die Säure einzugießen, und eine andere ebenfalls bleierne Röhre, um das Gas unter eine gemeinschaftliche Glocke zu leiten, die anfangs mit Wasser angefüllt ist. Von der Spitze der Glocke, welche von gefirnißten Weißblech oder auch von Holz seyn kann, geht ein lederner Schlauch aus, der das Gas in den Ballon führt. Die einzige Vorsicht, welche man gebrauchen muß, besteht darin, in der Glocke einen leichten Druck zu erhalten und dieser ist allemal vorhanden, wenn die äußere Wasserfläche etwas höher steht, als die innere. Einige vorläufigen leicht anzustellenden Versuche zeigen, ob alle diese einzelnen Bedingungen erfüllt sind. Um die Glocke fest zu halten belastet man sie mit Gewichten, sie ruht auf

zu befehlen, so wurde man nothwendig in den Versuch verfallen. Man findet durch den Versuch, daß 1 Liter und 5 Kilog. Schwefelsäure des Handels 1 Kubikmeter Gas liefern. Hieraus zieht man die Praxis, daß wenn man den innern Raum eines Kubikmeter ausdrückt, dieses Maas V die-
 V = das Gewicht der anzuwendenden Stoffe

V = Gewicht des Eisens in Kilogrammen.

S = Gewicht der Schwefelsäure in Kilogrammen.

W = Gewicht des Wassers, ebenfalls in Kilogram.

Beispiel. Gelegt ein Ballon habe 10 Liter und 525,6 Kubikmeter Inhalt, so sind un-

Verbrauchte Stoffe.

Produkte.

Eisen. 525,6 Kubikmeter Wasserstoffgas.

Schwefelsäure.

Wasser 8000 Kilog. krystallisiertes schwefelsaures Eisenoxydul.

Die Theorie mußten zwar schon 1418 Kilog. Eisen, um diese Gasmenge zu erhalten, allein die Praxis, daß 170 Kilog. mehr erforderlich sind und beson-
 noch mehr als weniger anzuwenden, um eine lang-
 andauernde möglichst zu vermeiden, da diese we-
 gen Unelastizität der Hülle großen Gasverlust nach
 sich ziehen. sehr langsam ist, wenn man öffentliche

den Säureüberschuß zu sättigen. Man läßt es dann krystallisiren und bringt *) es in den Handel, wodurch ein Theil der Unkosten gedeckt wird. Es würden beinahe keine Unkosten erwachsen, wenn man sich die Säure in so verdünntem Zustande verschaffen könnte, wie sie angewendet werden muß, indem sie die Kosten des Concentrirens noch nicht getragen hat. In der That giebt es sogar Fabriken, welche schwefelsaures Eisenoxydul mit Gewinn aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure bereiten.

12. Nachstehende Tabelle giebt eine Übersicht vom Inhalt und Durchmesser einiger Ballone, so wie ihre übrigen Verhältnisse nach Francoeur (Dict. technol. t. I. p. 179).

Durchmesser in Meter.	Inhalt in Kubikmeter.	Oberfläche in Quadratmet.	Kilogramme, die das Gas empor heben kann.	Gewicht der Hülle in Kilogrammen.	Aufsteigende Kraft oder Gewicht der Belastung.
1 **)	0,52	3,14	0,62	0,78	0,16
2	4,19	12,57	5,03	3,14	1,89
4	33,51	50,27	40,21	12,57	27,65
6	113,10	113,10	135,72	28,27	107,44
7	179,59	153,94	215,51	38,48	177,03
8	268,08	201,06	321,70	52,01	269,69
9	381,70	254,47	458,04	63,62	394,42
10	523,60	314,16	628,32	78,54	549,78
11	696,91	380,13	836,29	95,03	741,26
12	904,78	452,39	1085,74	113,10	972,84
13	1150,35	530,93	1380,42	132,73	1247,69

*) Unternehmer solcher Luftreisen müssen vorher berechnen, ob es vortheilhafter ist, den Wasserstoff mit Eisen oder Zink zu bereiten. Es kommt namentlich hierbei in Betracht, wie der Rückstand zu verkaufen sein würde. Zink ist vorzuziehen, wenn es vorzüglich darauf ankommt, das Wasserstoffgas schnell zu bereiten. Während meiner Anwesenheit in Paris stieg Demoiselle Garnerin mit einem Luftballon auf. Zur Füllung desselben wurde Zink angewendet. Das in Auflösung erhaltene schwefelsaure Zink wurde für 4000 Franken an eine chemische Fabrik verkauft, deren Eigenthümer mir versicherte, daß noch 50 pr. Cent. daran verdient würden. Möge dies einen Begriff von den bedeutenden Kosten geben, welche eine solche Luftreise verursacht. G.

**) Ein Ballon von 1 Meter im Durchmesser würde sich also nicht erheben können, wenn er aus einem Taffet von derselben Dicke verfertigt wäre, wie bei den andern vorausgesetzt wird. Man macht diese kleinen Ballone gewöhnlich aus Goldschlägerhäutchen; sie wiegen ungefähr 50 Grammen und besitzen folglich eine aufsteigende Kraft von 540 Gr.

Innerer Raum, Oberfläche und Durchmesser lassen sich auf dem geometrischen Wege *) berechnen, was aus den gegebenen Daten seyn mögen, von denen man ausgeht. Die Bemerkungen, welche diese Tafel enthält, gründen sich auf die einfachsten Betrachtungen.

Ein Kubikmeter Luft bei mittlerer Temperatur und mittlerer Dichtigkeit wiegt ungefähr 1300 Gr. Ein gleiches Maaß reines und trocknes Wasserstoffgas kann nicht mehr als 100 Gr. wiegen: der Unterschied oder 1200 Gr. ist so zu verstehen, welches 1 Kubikmeter Wasserstoff in der gewöhnlichen Luft im Gleichgewicht halten kann. Der Umfang des Ballons in Kubikmeter ausgedrückt, und multipliziert mit 100 zeigt die Anzahl von Kilogrammen, welche der Ballon tragen kann.

Man erhält man das Gewicht eines Quadratmeters Luft, dessen man sich bei Verfertigung der Ballons bedient, 250 Gr. oder ¼ Kilog. Also die Zahl, welche die Fläche in Quadratmetern ausdrückt, durch 4 dividirt, zeigt das Gewicht des Taffets in Kilogrammen.

Der Unterschied zwischen dem Gewichte, welches der Ballon tragen vermag, und dem der Hülle drückt die Nutzlast aus, womit man den Ballon beschweren kann, als Leuchtgas, Geräthschaften, Menschen, Ballast u. s. w. Der Ballon darf nicht gelassen werden darf den Ballon mit 100 Kilogrammen weniger zu belasten, als er im Stande ist zu tragen, damit ihm eine hinreichende Kraft zum Aufsteigen bleibt; und da es von der größten Wichtigkeit ist, die Nutzlast zu kennen, so ist es zweckmäßig sie im Vorhergehenden der Abreise vermittelt einer auf der Erde befindlichen Waage zu messen, denn die im Vorhergehenden gemachten Rechnungen sind alle nur annähernd und können sich durch das zufällige Eindringen von etwas Luft in den Ballon oder durch irgend eine andere Ursache verändert

*) Man hier die erforderlichen Formeln an: das Verhältniß π des Umfanges zum Durchmesser ist gleich 3,14159 oder beinahe 22/7. Die Oberfläche ist πD^2 und ihr innerer Raum, $V = \frac{\pi D^3}{6}$; wenn man aber D den Durchmesser setzt, so ist $V = \frac{\pi D^3}{6}$.

Als der Gebrauch der Ballone eingeführt wurde, pflegten ihnen eine viel bedeutendere aufsteigende Kraft zu Theil zu werden, von 50 bis 60 Kilog. und selbst noch mehr. Aber man sieht leicht ein, daß dieser Überschuss unnütz ist, ja daß er selbst gefährlich werden kann, denn es ist in allen Fällen besser, sich sehr reichlich mit Ballast zu versehen, der abgeworfen werden kann, als gezwungen zu seyn, zwecklos eine bedeutende Menge Gas fortzulassen.

13. Ein verständiger Luftschiffer muß sich allmählich erheben und niederlassen. Ersteres kann er leicht, wenn er mit schwacher aufsteigender Kraft abgeht; und um sich wieder herabzulassen, braucht er nur auf einige Augenblicke die Klappe zu öffnen, wodurch der Fall des Ballons bewirkt wird. Dieser Fall mit beschleunigter Schnelligkeit vor sich gehend, wird, um letztere zu mäßigen, der eingenommene Ballast unumgänglich nöthig. Er wirft nach und nach einen Theil davon weg und es gelingt ihm bei Beobachtung dieser einfachen Vorsichtsmaaßregel sehr langsam herabzusteigen; er kann sich sogar wieder erheben, wenn der Ort unter ihm einige Jahre darbieten sollte, um in einer gelegeneren Gegend wieder herab zu sinken. Der Gebrauch des Ballast und der Klappe sind im Allgemeinen die einzigen Hülfsmittel, die der Luftschiffer zu seiner Verfügung hat, jedoch sie sind hinreichend, wenn sie zweckmäßig angewendet werden. Bei stürmischen Wetter, oder in dem Augenblicke, wo die Atmosphäre durch Wind bewegt wird, deren Richtung in verschiedenen Höhen veränderlich seyn kann, darf ein vorsichtiger Luftschiffer nie die Auffahrt versuchen.

Es ist von größter Wichtigkeit, im Augenblicke der Auffahrt den Ballon nicht ganz mit Gas anzufüllen. Durch Vernachlässigung dieser so einfachen Vorsichtsmaaßregel haben sich Luftschiffer den äußersten Gefahren ausgesetzt. In der That, da, als sich nämlich der Ballon erhebt, nimmt der Druck der ihn umgebenden Luft ab, und der Umfang des eingeschlossenen Gases vermehrt sich. Man muß also dieses Gas verlieren oder sich der Gefahr aussetzen, die Hülle zu zerreißen, durch diese Ausdehnung hervorgerufenen Gewalt zerreißen zu sehen. Besser ist es ohne Zweifel den Ballon nur

zu Hälfte oder höchstens zu zweidrittel anzufüllen, vorausgesetzt, daß er dadurch immer die zum Aufsteigen erforderliche Kraft erhält. Nach Abgabe seiner Erhebung dehnt sich seine Luft aus, da aber das Verhältniß der Dichtigkeit der Luft und der Luft unter dem nämlichen Druck constant bleibt, so folgt, daß die Bedingungen des Gleichgewichts der Maschine sich nicht ändern, sowie auch im Aufsteigen dadurch nichts verändert wird, welchen Veränderungen in Bezug auf Höhe und Ladung auch immerhin der Luftballon seinen Apparat unterwerfen mag.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß ein Luftballonfahrer einige Begriffe von der Physik haben muß, wenn er nicht den schrecklichsten Gefahren aussetzen will. Sehr gewichtige Forscher, Charles, Biot und Gay-Lussac haben Versuche unternommen; und ohne Gefahr oder Störung haben sie dieselben aus, indem sie zugleich mit schwierigen und wichtigen wissenschaftlichen Beobachtungen beschäftigt waren, während viele andere Leute, die nur auf ihre eigene Sicherheit zu denken hatten, Opfer ihrer Unwissenheit oder Unvorsichtigkeit geworden sind.

Die Geschichte der ärostatischen Reisen würde nicht in dem Plan dieses Werkes gehören. Man findet sie sehr ausführlich in der Encyclopédie méthodique (Ballons); und die einzige wirklich wichtige Aufahrt seit diesem Zeitraume ist die von Gay-Lussac, theils wegen der äußersten Höhe, welcher er gelangt ist (7000 Meter), theils wegen der Resultate, womit er dadurch die Wissenschaft bereichert hat. (Ann. de physique von Biot; Annales de chim. Tom. LII. pag. 71 u. 72.)

Die Hülle der Ballone besteht aus Taffet, der mit Firnis, welcher aus einem fetten, trocknendem Öle und Terpentinöl bereitet worden, überzogen ist. Früher gebrauchte man auch Koralstein oder eine Auflösung von Kaoutschuk. Wir wollen diese verschiedenen Methoden näher betrachten, wie die Rede von den Firnissen seyn wird.

* Diese Nachricht kam erst im Jahre 1800 in Frankreich wieder zur Sprache, die Luftballone waren damals zu demachen und waren nicht in dem Zustande eingestrichenen Seile zu tragen, am bei zukünftigen Besuchen Nachrichten aus der Höhe zu können. &c.



Capitel II.

Sauerstoff. Wasser. Drydirtes Wasser.

(Synonyme. Lebensluft, Feuerluft, dephlogi-
stisirte Luft. Lat. Oxygenium. Franz. Oxygène.)

Sauerstoff.

14. **Eigenschaften.** Der Sauerstoff im Zustande der Reinheit ist immer gasförmig; er ist geruch- und geschmacklos. Seine Dichtigkeit nach Berzelius und Dulong ist 1,1026; sein Vermögen die Lichtstrahlen zu brechen nach Dulong 0,924.

Wärme, Elektrizität und Licht sind ohne Wirkung auf ihn. Das Gewicht seines Atoms ist in den von den meisten Chemikern benutzten Tafeln als Einheit gesetzt. Wir nennen es gleich 100.

Der Sauerstoff kann über Wasser oder über Quecksilber aufgefangen werden. Im Wasser ist er wenig auflöslich; 100 Maasß dieser Flüssigkeit nehmen nur 3,5 Maasß davon auf. Eine Glocke voll Sauerstoff, die man über einer Wassermanne stehen läßt, würde bald verunreinigt seyn, durch den Stickstoff der im Wasser aufgelöst ist und aus seiner Stelle verdrängt wird. Man muß daher dieses Gas in verschlossenen Gefäßen aufbewahren.

Wird Sauerstoffgas in einer Pumpe von Glas zusammengepreßt, so verliert es seine elastische Form nicht; ist aber der Druck stark und plötzlich, so wird es leuchtend.

Eine der merkwürdigsten Eigenschaften dieses Gases ist ohne Zweifel, daß es die Verbrennung der Körper ungemein leicht bewirkt. Man nehme ein Gefäß voll Sauerstoff und tauche eine Kerze hinein, die unmittelbar vorher ausgelöscht worden war und deren Docht noch einige glimmende Punkte darbietet; augenblicklich wird sie sich wieder entzünden und eine viel lebhaftere Entwicklung von Licht und Wärme hervorbringen, als wenn dieses Verbrennen in der atmosphärischen Luft statt

nde. Man benutzt öfters diese Eigenschaft, um Sauerstoff von andern Gasen zu unterscheiden; dieses läßt sich stets anwenden, so lange man nicht Ursache hat, die Bildung von Sauerstoffoxydul zu vermuthen, welches mit ihm diese Eigenschaft gemein hat, aber sie nicht in einem so hohen Grade besitzt.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist leicht. Die fetten Körper, wie z. B. der Talg der Kerze, bestehen aus einer beträchtlichen Menge Kohlenstoff und Wasserstoff und etwas Sauerstoff. Sie können nur dann brennen, wenn sie eine hinreichende Menge Sauerstoff finden, um ihren Wasserstoff in Wasser und ihre Kohle in Kohlenoxyd oder Kohlen Säure zu verwandeln. Gewöhnlich ziehen sie diesen Sauerstoff aus der Luft, die ungefähr ein Fünftheil ihres Umfangs davon enthält. Versetzt man sie dagegen in reinen Sauerstoff, so finden sie demnach in einem gleich großen Raume eine fünftheilige Menge dieses Gases, mithin muß die entbundene Wärme viel stärker, und die Verbrennung bedeutend lebhafter seyn.

15. Benützung. Die Anwendungen des Sauerstoffs sind zahlreich und mannigfaltig; er ist von der größten Wichtigkeit für das Studium der Chemie. Um sich davon einen Begriff zu machen, erwähnen wir nur beiläufig, daß dieses Gas einen wesentlichen Bestandtheil der Atmosphäre ausmacht; welche unsern Erdball umgiebt; daß es ein Hauptbestandtheil des Wassers ist; daß es ferner in die Zusammensetzung des größeren Theils der Mineralstoffe eingeht, welche die uns bekannte Erdrinde ausmachen; endlich daß es in den Weissen der Thier- und Pflanzenstoffen angetroffen wird und daß es zum Fortbestehen aller lebendigen Wesen auf der Oberfläche des Erdballs durchaus unentbehrlich ist. Fügen wir noch hinzu, daß der Sauerstoff in den mehrsten der Verbindungen, welche die Chemiker bis auf den heutigen Tag mit Sorgfalt untersucht haben, die hauptsächlichste Rolle spielt, so wird man sich leicht überzeugen, wie nothwendig es ist, in der Chemie diesem Stoffe und allem was in unmittelbarer Beziehung zu ihm steht, eine ganz besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Es wurde im Jahre 1774 von Priestley und beinahe um die nämliche Zeit von Scheele entdeckt; aber Lavoisier ist es, dem wir eine genaue Kenntniß seiner Eigenschaften verdanken.

Ob schon der Sauerstoff ein sehr kräftiges Agens ist, so ist er doch in den Künsten noch nicht geradezu angewendet worden. Wir wollen jedoch einige Umstände anführen, worin er mit Erfolg angewendet werden könnte. Wir schreiten deshalb zu einer Darstellung der Verfahrensarten, wodurch man sich dieses Gas verschaffen kann.

16. Bereitungsart. Wenn man eine steinerne Retorte (Taf. 3. Fig. 1 und 3) bis zu Zweidrittel ihres Inhalts mit natürlichen Braunsteinsuperoxyd, das zuvor fein gerieben und seines Gehalts an kohlensaurem Kalk *) beraubt worden war, anfüllt, an ihrem Halse eine Glasröhre anbringt, die zweckmäßig gebogen ist und in eine mit Wasser angefüllte Wanne taucht, und nun allmählig die Temperatur der Retorte bis zum Rothglühen erhöht, indem man sie in einen Reverberirofen einsetzt, der mit seinem Dome versehen ist; so zeigt sich bei der ersten Einwirkung der Hitze eine Entbindung von atmosphärischer Luft, die von den Gefäßen her rührt; sie hört aber bald auf, und wenn die Retorte anfängt rothglühend zu werden, so steigt eine neue Menge von Gas in die zum Auffangen bestimmten Gefäße. Es kommt in großen Blasen und schnell, wenn die Temperatur erhalten wird, aus der Röhre hervor. Man läßt zwei oder drei Liter davon fortgehen und sammelt sodann das Ubrige in Glocken oder Flaschen. Es ist reiner oder beinahe reiner Sauerstoff. 500 Gr. käuflicher Braunstein liefern auf die Weise 10 bis 12 Liter Gas.

*) Das natürliche Braunsteinsuperoxyd enthält oft kohlensauren Kalk. Man befreit es davon, indem man es pulvert, mit Wasser zusammenrührt und in das Gemenge so lange Chlormasserstoffsäure gießt, bis alles durch Entwicklung der Kohlensäure verursachtes Aufbrausen aufhört. Man versäumt oft diese Vorsicht und dann muß man das erhaltene Gas mit etwas Wasser, worin man gebrandten Kalk eingerührt hat, auswachen. Man bringt nämlich diese Flüssigkeit in die Flaschen und schüttelt sodann letztere einige Augenblicke hindurch heftig. Alle Kohlensäure wird von dem Kalk verschluckt und erzeugt wieder kohlensauren Kalk, der in dem Wasser schwebend bleibt.

Die Operation ist beendigt, wenn, indem die Retorte sich rothglüht, die Gasentbindung sich nicht mehr fortsetzt, oder auch nur mit großer Langsamkeit vor sich geht.

Der Braunstein wird durch dieses Verfahren nicht vollständig zersetzt. Er wird selbst nicht ganz in den Zustand von Drydul zurückgeführt. Die Produkte des Versuchs lassen sich auf folgende Weise in Atomen vorstellen:

Angewendete Atome.

Hervorgebrachte Atome.

1 Braunsteinsuperoxyd 1667,34	2 Braunsteinoxydul 911,56
	1 Braunsteinsuperoxyd 555,78
	2 Sauerstoff . . . 200,00

So oft ein Antheil Superoxyd durch Verlust seines Sauerstoffs in den Zustand von Drydul übergeht, scheint sich letzteres mit einem Theile des ihm zunächst liegenden Superoxyds zu verbinden und dadurch die Zersetzung desselben zu verhindern. Wenigstens scheint es unmöglich diesen Körper mehr als ein Drittel seines Sauerstoffgehalts zu entziehen, welcher Temperatur man ihn auch aussetzen mag.

17. Man kann das Sauerstoffgas auch auf eine andere Art gewinnen. Man bringt in einen Ballon oder in eine Retorte von Glas 50 Gr. gepulverten Braunstein, 30 Gr. concentrirte Schwefelsäure und 30 Gr. Wasser, das man in kleinen Mengen zusetzen muß, indem man jedesmal das Gemenge stark umrührt, um die heftige Wärmeentbindung zu vermeiden, welche durch die Berührung des Wassers mit der Schwefelsäure entsteht. Man erwärmt allmählig das Gemenge und sammelt das Gas mittelst einer gekrümmten Röhre. Nachdem man die Luft der Gefäße und die ersten Portionen des Gases hat weggehen lassen, bekommt man einen reinen Sauerstoff; bei dieser Operation bildet sich schwefelsaures Braunsteinoxydul, das aufgelöst bleibt und alles Superoxyd verschwindet. Dem zu Folge verliert das benutzte Dryd die Hälfte seines Sauerstoffs, statt eines Drittels, wie dieß bei der Wirkung der Wärme allein geschieht. Dieses Verfahren bietet also in ökonomischer Hinsicht einigen Vortheil, aber man zieht in den Laboratorien das erstere vor, weil die Operation wenig Sorgfalt erfordert. Wollte

man die Resultate dieses Versuchs in Atomen darstellen, so müßte man nachstehende Formel anwenden.

Angewendete Atome.

1 Braunsteinsuperoxyd . . . 555,78

1 wasserfreie Schwefelsäure 501,16

Hervorgebrachte Atome.

1 At. Sauerstoff 100,00

1 At. schwefelsaures Manganoxydul 956,94

18. In Fällen, wo man sich schnell Sauerstoff verschaffen will, bedient man sich am besten des chlorsauren Kalis. Der hohe Preis dieses Stoffs macht zwar das Verfahren theurer, aber es ist immer viel bequemer, als die vorhergehenden, besonders wenn man nur eine kleine Menge reinen Sauerstoff nöthig hat. Um es auszuführen, bringt man 8 bis 10 Gr. chlorsaures Kali in eine kleine Glasretorte, an deren Hals eine gebogene Röhre entweder mittelst eines Stöpsels oder mit Hülfe einer kleinen Röhre von Raoutschud befestigt ist. Nachdem die gebogene Röhre in die Wasser oder Quecksilberwanne getaucht worden ist, erhitzt man die Retorte mit einer Weingeistlampe oder einigen glühenden Kohlen. Nach kurzer Zeit schmilzt das Salz und es entsteht eine Art von Aufstochen, das durch die Entwicklung des Gases bewirkt wird. Es tritt ein Zeitpunkt ein, wo die Masse teigartig wird und dann erzeugt sich das Gas in großer Menge; nachher geht sie allmählig in den festen Zustand über und bietet ein aufgeblasenes, löcheriges Ansehen dar; die Gasentbindung wird langsamer und hört ganz auf, obgleich die Retorte roth glüht. Nunmehr ist die Operation beendet. Der Rückstand ist Chlorkalium, das bei dieser Temperatur nicht schmilzt und dessen allmähliche Bildung sich durch den Übergang der anfangs sehr flüssigen Masse in den teigichten und endlich festen Zustand zu erkennen giebt. Die Ergebnisse in Atomen ausgedrückt, sind:

Angewendete Atome.

1 Chlorsaures Kali = 1530,55

Hervorgebrachte Atome.

1 Chlorkalium 930,55

6 Sauerstoff 600,00

Man erhält also zu gleicher Zeit den Sauerstoff der Chlorsäure und des Kalis.

Zu bemerken ist hierbei, daß das chloresaurer Kali häufig mit Chlorkalk verunreinigt und daher das gewonnene Gas mit Chlor gemengt ist. Man kann es aber leicht durch eine alkalische Auflösung wegnehmen.

19. Wenn man auf irgend eine Weise den Sauerstoff in Großen anzuwenden Gelegenheit hätte, so müßte man sich zu ihm hervorbringen eines Cylinders von Gußeisen bedienen, denjenigen ähnlich, welche man zur Bereitung der Salpetersäure benutzt. Das geglühete Mangansuperoxyd könnte nachher auf andere Art noch benutzt werden; es eignete sich z. B. um noch Chlor darzustellen, allein es würde nur die Hälfte von derjenigen Menge geben, welche es vor der Züglühung erzeugt hätte.

20. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff in zwei Verhältnissen und bildet damit zwei sehr merkwürdige Körper: das Wasserstoffoxyd oder das gewöhnliche Wasser, und das Wasserstoffsuperoxyd, gewöhnlich oxydirtes Wasser genannt.

Wasser.

(Synonyme. Wasserstoffoxyd.)

21. Wir werden das Wasser in dreierlei Gestalten betrachten, denn es ist bekannt, daß es oft als Eis, häufiger als tropfbare Flüssigkeit und nicht minder häufig im Zustande von Dampf oder Gas vorkommt.

22. Festes Wasser. Da der Schmelzpunkt des Wassers als bestimmter Ausdruck für das Null der Graduirung des hunderttheiligen Thermometers gedient hat, so ergibt sich, daß unter 0° das Wasser immer oder beinahe immer fest, dagegen über diesem Punkte stets flüssig oder gasförmig ist. Die Dichtigkeit des Eises ist geringer wie die des Wassers, zumal wenn man die des letzteren bei $4^{\circ},10$ nimmt. Sie ist ungefähr, 0,95, die des Wassers zu 1,00 gesetzt. Es läßt sich hieraus erklären, warum das Eis zur Zeit des Eisgangs auf der Oberfläche der Ströme und Flüsse schwimmt. Das Wasser krystallisirt offenbar beim Übergang in den festen Zustand, wenigstens bemerkt man dieß, wenn man den Schnee unter dem Microscope untersucht. Unglücklicherweise

sind die so gebildeten Krystalle zu klein, als daß man nach ihnen das Krystallsystem des Wassers bestimmen könnte. Der Schnee zeigt sich oft in Gestalt von regulär sechseckigen Tafeln, zuweilen auch als sechseckige Pyramide, aber meistens in so wunderlichen Formen, obgleich meist symmetrisch, daß man sie nicht auf einfache geometrische Figuren zurückführen kann. Gleichwohl hat man einigemal Eis gefunden, das in sehr dicken sechseckigen Prismen, die sich in sechseckigen Pyramiden endigten, krystallisirte.

23. Da die Dichtigkeit des Eises geringer ist als die des Wassers, so muß sich diese Flüssigkeit im Augenblicke des Festwerdens offenbar ausdehnen. Ihre Theilchen, indem sie diese neue Stellung annehmen, äußern eine dermaßen beträchtliche Gewalt, daß die Ergebnisse der in dieser Hinsicht angestellten Versuche fast unglaublich scheinen würden, wenn sie nicht öfters wiederholt worden wären, und wenn nicht die tägliche Erfahrung sie bestätigte. Ein eisernes Rohr von der Dicke einer Linie, dessen Durchmesser ein Centimeter beträgt, das an einem Ende verschlossen und an dem andern mit einem eisernen Stöpsel, der sich einschrauben läßt, versehen ist, kann zu dieser Art von Versuchen dienen. Man füllt es mit Wasser an, verschließt es, indem man den Stöpsel mit Gewalt einschraubt und bringt nun diese Vorrichtung in eine kaltmachende Mischung zu 10 bis 12° unter 0. Wenn man die Röhre nach Verlauf einer halben Stunde oder Stunde herausnimmt, so findet man ihre Form immer verändert und an mehreren Stellen zerrissen; das darin enthaltene Wasser ist vollkommen gefroren. Buot gelang es auf diese Weise eine Zoll dicke eiserne Röhre zu zersprengen, und die Akademiker zu Florenz machten auf diese Weise eine Kugel von Kupfer bersten, die so dick war, daß Muschembroë die Kraft, welche nöthig war sie zu zerbrechen, auf 27,700 Pfund schätzte.

Man begreift leicht, daß eine so gewaltsam wirkende Kraft sehr merkwürdige Erscheinungen auf der Oberfläche der Erde veranlassen kann, da diese fast immer feucht ist und besonders in Gegenden, wo die Winter regnerisch und kalt sind. Daher diese Sprünge oder Risse, die man bei einge-

retne Frost in den Bausteinen wahrnimmt. Dieß ist auch die Ursache, warum mit Wasser gefüllte Gefäße, die einer starken Kälte ausgesetzt werden, ebenfalls während dem Gefrieren zerbrechen, wenn sie voll und verschlossen sind, oder enge Öffnung besitzen. Eben daher rühren die Beschädigungen, welchen im Winter die Wasserleitungsröhren unterworfen sind, wenn man versäumt sie zu leeren, oder mit schlechten Wärmeleitern zu umhüllen. Auf die nämliche Weise kann man sich auch die Veränderungen organischer Stoffe, welche frieren, erklären. Daß in ihren Zellen eingeschlossene Wasser zerreißt diese nach allen Richtungen, und das Zellgewebe wird durchaus verändert. Fleisch, Früchte u. s. w. welche gefroren waren, werden daher weich, schlaff und gerathen leicht in Fäulniß. Man erklärt sich eben so die Verheerungen, welche der Frost verursacht, wenn er Pflanzen in der Zeit trifft, wo der Saft anfängt in Umlauf zu kommen, besonders wenn er plötzlich nach einen Thaumwetter eintritt, während welchem sich jene mit einer beträchtlichen Menge Wassers anfüllten.

24. Nicht selten bekommt man flüssiges Wasser unter 0°. Man erhält es immer, wenn man diese Flüssigkeit in einem Kolben erkältet, dessen Hals zugeschmolzen wurde, oder auch ganz einfach, wenn man in den inneren Theil desselben eine Lage Ehl gießt, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmt und es vor der Berührung der Luft schützt. Wird das Gefäß an einen ruhigen Ort gestellt, wo die Temperatur langsam sinkt, so kann diese bis zu 6° oder selbst bis 12° unter 0 herabgehen, ohne daß das Wasser aufhört flüssig zu seyn; es muß jedoch hierzu rein und frei von Luft seyn. Schüttelt man nun unter diesen Umständen das Gefäß, so wird das Wasser entweder in größerer oder geringerer Menge plötzlich in Eis verwandelt; die Temperatur steigt dann jedesmal auf Null vermöge der gebundenen Wärme des flüssigen Wassers, welche im Augenblicke des Erstarrens aus demselben frei wird. Es ist wahrscheinlich, daß man durch das Schütteln die Wassertheilchen in eine die Krystallisation begünstigende Stellung bringt. Doch dem sey, wie ihm wolle, Wasser, das Luft enthält oder worin feste Stoffe schwebend

sich erhalten, friert viel leichter als reines Wasser. Anders verhält es sich, wenn das Wasser Salze aufgelöst hat; es widersteht dann zuweilen einer Temperatur, bei welcher das Quecksilber friert; von der Beschaffenheit ist die gesättigte wässerige Lösung von Chlorcalcium, welche bei 40° unter 0 flüssig bleibt.

25. Beim Schmelzen verschluckt das Eis eine beträchtliche Menge Wärme, welche seinen flüssigen Zustand unmittelbar bedingt und welche es folglich bindet, so daß sie durch den Thermometer nicht mehr wahrgenommen werden kann. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man gleiche Theile Schnee zu 0° und von Wasser zu 75° , unter einander mengt; das Gemenge schmilzt schnell und man erhält Wasser zu 0° . Folglich braucht z. B. ein Kilogramm Schnee oder Eis, um flüssig zu werden, allen Wärmestoff, der erfordert wird, um ein Kilogramm Wasser von 0° zu 75° zu erheben. Daraus ergiebt sich, daß ein Gemenge von Wasser und Eis, so lange es noch Eis enthält, eine Temperatur von 0° behauptet. Noch geht daraus hervor, daß unter gewöhnlichen Umständen das Eis langsam schmilzt, wegen der großen Menge Wärme, welche es den umgebenden Körpern entziehen muß.

Im Eiszustande ist das Wasser vollkommen farblos und durchsichtig; seine ausnehmend große Zertheilung macht es weiß und undurchsichtig, wenn es als Schnee erscheint, oder im Allgemeinen, wenn es durch das plötzliche Gefrieren des Wasserdampfs im Augenblicke seines Niederschlagens gebildet worden ist. Der Hagel ist nichts anderes als Eis, welches in der Höhe der Atmosphäre erzeugt wurde.

26. Flüssiges Wasser. Im flüssigen Zustande ist das Wasser gleichfalls farblos, durchsichtig, ohne Geruch und Geschmack. Seine Dichtigkeit, die gewöhnlich als Einheit genommen wird, wechselt mit der Temperatur; daher muß man diese zugleich angeben oder die Resultate auf $4^{\circ},1$ zurückführen, was das Maximum seiner Dichtigkeit ist. Diese ist auch veränderlich nach der Stärke des Druckes, welchem die Flüssigkeit unterworfen ist; aber die Veränderung ist so schwach, daß sie lange in Zweifel gezogen wurde. Da übr-

daß das Wasser fähig ist, den Schall fortzupflanzen, so müßte man daraus schließen, daß es zusammendrückbar sey. Jetzt ist dieses Resultat nicht mehr zweifelhaft. Die Versuche von Canton zeigten, daß für einen dem der Atmosphäre gleichen Druck die Verminderung des Umfangs $\frac{1}{100000}$ betrage, Parkinson suchte zu beweisen, daß es $\frac{1}{100000}$ sey und endlich Drstedt gab $\frac{1}{100000}$ an. In einer im Jahre 1827 von der Akademie der Wissenschaften zu Paris gekrönten Abhandlung gaben Colladon und Sturm noch höhere Resultate. Nach ihren Versuchen betrug die Zusammenziehung 48 Milliontheilen und durch Berichtigung des von der Zusammenziehung des Glases herrührenden Irrthums erhöhte sich dieser Werth auf 51,5 Milliontheilen. Bis zu 16 Atmosphären scheint dieser Werth beständig zu bleiben. Das gewöhnliche Wasser zieht sich wegen der Luft, die es enthält, weniger zusammen. Alle Flüssigkeiten besitzen diese Eigenschaft. Man mußte vermuthen, daß im Augenblicke der Raumbverminderung das Wasser Wärme entwickle und nach einem Versuche von Dessaigne scheint auch wirklich die Menge derselben ziemlich bedeutend zu seyn. Dieser Physiker nahm wahr, daß das in einer von Luft entleerten Glaspumpe heftig zusammengepreßte Wasser, in dem Augenblicke, wo es vom Stempel getroffen wurde, leuchtete.

Indessen die bereits angeführten Versuche von Colladon und Sturm beweisen, daß die erzeugte Wärme fast unmerklich ist.

Das Gewicht eines Kubikcentimeters Wasser zu $4^{\circ},1$ wurde dem neuen in Frankreich angenommenen Gewichtssysteme als Einheit zu Grunde gelegt; es ist dieß das Gramm. Die Dichtigkeit des Wassers bei dem nämlichen Grade wird als diejenige Einheit betrachtet, worauf man die Dichtigkeiten aller festen und flüssigen Körper bezieht. Jedoch damit dergleichen Schätzungen genau seyen, so wie für eine große Zahl ähnlicher Umstände, muß man die Dichtigkeit oder den Umfang des Wassers bei verschiedenen Temperaturen kennen. Die folgenden Tafeln, die Hallström nach seinen Versuchen berechnete, können für alle Rechnungen dieser Art dienen.

Dichtigkeit des Wassers nach Hallström.

Wenn man es bei 4°, 1 = der Einheit setzt.			Wenn man es bei 0° der Gleichheit setzt.		
Temperatur.	Eigenthümliches Gewicht.	Volumen.	Temperatur.	Eigenthümliches Gewicht.	Mol.
0	0,9998918	1,0001082	0	1,0	1,0
1	0,9999382	1,0000617	1	1,0000466	0,999
2	0,9999717	1,0000281	2	1,0000799	0,999
3	0,9999920	1,0000078	3	1,0001004	0,999
4	0,9999995	1,0000002	4	1,0001082	0,999
5	0,9999950	1,0000050	5	1,0001032	0,999
6	0,9999772	1,0000226	6	1,0000856	0,999
7	0,9999472	1,0000527	7	1,0000555	0,999
8	0,9999044	1,0000954	8	1,0000129	0,999
9	0,9998497	1,0001501	9	0,9999579	1,000
10	0,9997825	1,0002200	10	0,9998906	1,000
11	0,9997030	1,0002970	11	0,9998112	1,000
12	0,9996117	1,0003888	12	0,9997196	1,000
13	0,9995080	1,0004924	13	0,9996160	1,000
14	0,9993922	1,0006081	14	0,9995005	1,000
15	0,9992647	1,0007357	15	0,9993731	1,000
16	0,9991260	1,0008747	16	0,9992340	1,000
17	0,9989752	1,0010259	17	0,9990832	1,000
18	0,9988125	1,0011888	18	0,9989207	1,000
19	0,9986387	1,0013631	19	0,9987468	1,000
20	0,9984534	1,0015490	20	0,9985615	1,000
21	0,9982570	1,0017560	21	0,9983648	1,000
22	0,9980489	1,0019849	22	0,9981569	1,000
23	0,9978300	1,0022346	23	0,9979379	1,000
24	0,9976000	1,0025058	24	0,9977077	1,000
25	0,9973587	1,0028083	25	0,9974666	1,000
26	0,9971070	1,0031416	26	0,9972146	1,000
27	0,9968439	1,0035062	27	0,9969518	1,000
28	0,9965704	1,0039014	28	0,9966783	1,000
29	0,9962864	1,0043274	29	0,9963941	1,000
30	0,9959917	1,0047945	30	0,9960993	1,000

Aus den in diesen Tafeln vorkommenden Res kann man den Schluß ziehen, daß bei 4,1° die Dichtigkeit des Wassers ihr Maximum erreicht, und daß sie unter dieser Gränze um so geringer wird, je weiter sie von derselben entfernt. Die Ausdehnung unter ziemlich regelmäßig auf ihrem Fortschreiten bis zum 0°

es so plötzlich sehr stark wird. Über $4,1^{\circ}$ nimmt
 z. B. man sich dem Siedpunkte nähert. Die wah-
 ren Temperaturen über 50° sind nicht mit derselben Genauig-
 keit, wie die unter dieser Gränze. Deluc hat sie
 in der nachstehende Tafel von 50° an wurde aus
 Berechnungen berechnet. Man wird bemerken, daß er
 in der That eine etwas größere Ausdehnung als Hall
 zu finden scheint da es nur selten vorkommt, daß man
 Messungen über eine Wassermasse vorzunehmen
 wenn die Temperatur 50° überschreitet, so können die an-
 gegebenen Werte in der Anwendung genügen.

Wert der Dichtigkeit des Wassers nach den Versuchen
 Deluc, wenn es bei der Temperatur von $0^{\circ} \text{C} = 1$
 ist.

Temperatur in Grad C.	Maße.	Dichtigkeiten.
30	1,00414893	0,9958681
35	1,00581832	0,9942154
40	1,00773939	0,9923200
45	1,00990174	0,9901952
50	1,01229496	0,9878544
55	1,01490806	0,9853103
60	1,01773243	0,9825766
65	1,02075539	0,9796660
70	1,02396862	0,9765923
75	1,02736024	0,9733683
80	1,03092034	0,9700071
85	1,03465853	0,9665212
90	1,03850440	0,9629232
95	1,04250755	0,9592256
100	1,04665760	0,9554406

Wasser in Dampfgestalt. Wenn man Was-
 ser in einem offenen Gefäße unter einem Drucke von 0,76
 erhitzt, steigt seine Temperatur bis auf 100° , dann
 es ins Kochen und verflüchtigt sich, wenn es rein ist,
 so gar, ohne den geringsten Rückstand zu hinterlassen
 so daß die Temperatur eine Veränderung erleidet.
 Wasserdampf ist durchsichtig, farb- und geruchlos. Seine
 Eigenschaften. 1.

Dichtigkeit ist nach Gay-Lussac 0,625; die Rechnung bestimmt sie auf 0,620; woraus folgt, daß ein Kubikcentimeter Wasser zu 0°, indem er in den gasförmigen Zustand übergeht, 1700 Kubikcentimeter Wasserdampf von 100° liefert. Der Wasserdampf ist immer leichter als die Luft und es ergibt sich daraus, daß ihre Dichtigkeiten in dem Verhältnisse von 5 zu 8, oder richtiger von 1000 zu 1604 stehen.

Das Wasser bildet Dämpfe bei den niedrigsten Temperaturen, eben so wie alle übrigen flüchtigen Körper. Dieses Streben sich zu verflüchtigen nimmt mit der Temperatur zu und vermindert sich, wie diese sinkt.

Die Kenntniß der eigenthümlichen Spannkraft des Wasserdampfes für verschiedene Temperaturen ist in unzähligen Fällen unentbehrlich. Jeden Augenblick hat man sie z. B. nöthig, um den Umfang eines feuchten Gases durch Rechnung auf denjenigen zurückzuführen, welchen es in trockenem Zustande einnehmen würde. Man muß also von dem ganzen Drucke, welchen es erleidet, denjenigen abziehen können, der von dem Wasserdampfe, womit es gemengt ist, herrührt. Dieser Druck ist in der folgenden Tafel angegeben, welche Pouillet nach Daltons Versuchen construirte.

Kraft des Wasserdampfes, für jeden Grad des hundertsten Thermometers in Millimetern berechnet.

Spannkraft.	Grade.	Spannkraft.	Grade.	Spannkraft.
1,333	21	18,317	61	151,70
1,429	22	19,417	62	158,00
1,531	23	20,577	63	166,56
1,638	24	21,805	64	174,47
1,755	25	23,090	65	182,71
1,879	26	24,452	66	191,27
2,011	27	25,881	67	200,18
2,152	28	27,390	68	209,44
2,302	29	29,045	69	219,06
2,461	30	30,643	70	229,07
2,631	31	32,410	71	239,45
2,812	32	34,261	72	250,23
3,005	33	36,188	73	261,43
3,210	34	38,254	74	273,03
3,428	35	40,404	75	285,07
3,660	36	42,743	76	297,57
3,907	37	45,038	77	310,49
4,170	38	47,579	78	323,89
4,448	39	50,147	79	337,76
4,745	40	52,908	80	352,08
5,059	41	55,772	81	367,00
5,393	42	58,702	82	382,38
5,748	43	61,958	83	398,28
6,123	44	65,627	84	414,73
6,523	45	68,751	85	431,71
6,947	46	72,393	86	449,26
7,396	47	76,205	87	467,38
7,871	48	80,195	88	486,09
8,375	49	84,370	89	505,38
8,909	50	88,742	90	525,28
9,475	51	93,301	91	545,80
10,074	52	98,075	92	566,95
10,707	53	103,06	93	588,74
11,378	54	108,27	94	611,18
12,087	55	113,71	95	634,27
12,837	56	119,39	96	658,05
13,630	57	125,31	97	682,59
14,468	58	131,50	98	707,65
15,353	59	137,94	99	733,46
16,288	60	144,66	100	760,00
17,314				

28. Wir haben bereits erwähnt, daß unter den wöhnlichen Druck von 0,76 Meter das Wasser nicht 100° erhitzt werden kann; allein vermehrt man den Druck kann man diese Temperatur viel höher steigern. Dieß ist Fall, bei den Dampfmaschinen. Es bedarf keiner Erwähnung, daß für jeden Druck eine unveränderliche Temperatur stattfinden muß und daß sich dieser Druck aus der Temperatur des Wassers, oder umgekehrt die Temperatur aus dem Drucke erkennen läßt. Diese Bemerkungen finden eine mittelbare Anwendung im Gebrauche der Sicherheitsventile von leichtflüssigem Metalle. Man hat diese Resultate nicht durch directe Versuche, die allein als unverwerflich betrachtet werden könnten, bestimmt. Hier folgen diejenige welche Dulong zum Bedarf der französischen Regierung rechnete, indem er die Resultate der Beobachtungen verschiedener Physiker zu Rathe zog.

Druck in Atmosphären.	Druck in Metern der Quecksilbersäule.	Temperatur
1	0,760	100°
1 $\frac{1}{2}$	1,140	112,2
2	1,520	122
2 $\frac{1}{2}$	1,900	129
3	2,280	135
3 $\frac{1}{2}$	2,660	140,7
4	3,040	145,2
4 $\frac{1}{2}$	3,420	150
5	3,800	154
5 $\frac{1}{2}$	4,180	158
6	4,560	161,5
6 $\frac{1}{2}$	4,940	164,7
7	5,320	168
7 $\frac{1}{2}$	5,700	170,7
8	6,080	173

Man hätte diese Berechnungen noch weiter führen können, allein man müßte befürchten, daß die Resultate nicht mehr genau seyen, und selbst die in Vorstehenden verdienen kein vollkommenes Zutrauen.

Dulong und Arago sind gegenwärtig mit einer Reihe von Versuchen über diesen wichtigen Gegenstand beschäftigt.

Es ist allgemein bekannt, daß wenn man auf die Weise den Druck erhöht, die Temperatur des Wassers sehr gesteigert werden kann. Der Parinische Topf giebt ein bekanntes Beispiel dieser Art und die Untersuchungen von Cagniard de la Tour haben in dieser Hinsicht sehr merkwürdige Resultate geliefert. Parin's Topf ist ein Gefäß von Erz oder Eisen von etwa zwei Liter Inhalt und sehr dicken Wänden. Er hat gewöhnlich nur eine Öffnung, die man mittelst eines Korkstopfens verschließt, welche dergestalt belastet ist, daß sie zu halten in der Dase des Gefäßes einen Druck von 40 bis 50 Atmosphären aushalten kann. Wird das Gefäß stark erhitzt, so bildet der Dampf, der sich darin entwickelt und welcher keinen Ausweg findet, durch seinen Druck einen großen Druck auf das Wasser in flüssigem Zustande; obgleich es zu einer Temperatur von 200 bis 300° und selbst noch darüber erhitzt wird, ohne die Klappe geöffnet wird, steigt eine Menge Wasser von 20 bis 30 Fuß plötzlich und mit heftigem Geräusch in die Luft empor.

Da dieser Apparat nicht gestattet, sich über den Zustand, in welchem sich das Wasser bei dieser erhöhten Temperatur befindet, zu verschaffen, so unternahm Cagniard de la Tour den Versuch in sehr dicken Glasrohren, die von einem Korkstopfen und an der Lampe zugeschmolzen waren. Er fand, daß das Wasser bei einer Temperatur, die dem Siedepunkt des Zinks nahe kam, sich in einem Raume, vier bis fünfmal so groß wie sein eigener Umfang war, in Dampf verwandeln konnte. Der Druck des Dampfes unter diesen Bedingungen scheint ungeheuer, wenn man sich erinnert, daß unter dem gewöhnlichen Drucke eine Maass Wasser bei 100° 1700 Maass Dampf giebt.

Die auflösende Kraft des Wassers nimmt mit der Temperatur sehr zu, und dieß ist die Ursache, warum man oft Gegenstände seiner Einwirkung in verschlossenen Gefäßen aussetzt, indem diese gestatten den Kochpunkt, welchen man freien Zutritt behauptet, zu überschreiten. Der Parin'sche Topf z. B. diente früherhin, um die Gallerte aus

den Knochen abzusondern. In neuerer Zeit hat man einen ähnlichen Apparat, Autoklav *) genannt, zu verschiedenen häuslichen Zwecken angewendet.

Schwere Unfälle jedoch, welche derselbe veranlasste, haben jetzt seine Anwendung auf gewisse Fabrikoperationen, für die er sehr geeignet ist, beschränkt. Wir werden darauf zurückkommen, wenn wir den Gebrauch des Wassers mehr im Einzelnen abhandeln. Endlich um von der auflösenden Kraft, welche diese Flüssigkeit bei hohen Temperaturen erreicht, einen Begriff zu geben, fügen wir hinzu, daß in den Versuchen von Cagniard de Latour das Glas angegriffen wird, seine Durchsichtigkeit verliert und wahrscheinlich eine theilweise Auflösung erleidet. Dieser Umstand macht die an und für sich sehr gefährlichen Versuche ausnehmend schwierig und erfordert, sich auf alle mögliche Weise vor den bei nahe unvermeidlichen Explosionen in Sicherheit zu setzen.

29. Das Wasser wie alle übrigen flüchtigen Körper verschluckt eine große Menge Wärme, wenn es in den elastisch-flüssigen Zustand übergeht, und diese Wärme wird wieder frei, sobald es sich von Neuem verdichtet. Der Gebrauch der Dampfmaschinen hat dem Studium dieser Erscheinung eine besondere Wichtigkeit gegeben und sie sind der Gegenstand neuerer Untersuchungen von Gay-Lussac, Element, Desormes und Despreß geworden.

Der erste dieser Physiker beobachtete, daß 100 Gr. Wasserdampf bei 100° und unter dem Drucke von 0,76 Meter durch ihre Verdichtung 550 Gr. Wasser von 0° bis zu 100° erheben können, so daß sie 650 Gr. kochendes Wasser hervorbringen. Desormes und Element rechnen dieselben Zahlen an. Despreß verringert sie auf 630 bis 640.

Element und Desormes sowie Despreß haben ausserdem Versuche über den Dampf bei verschiedenem Drucke

*) Es ist dies gewöhnlich ein starker kupferner auf der innern Fläche verzinnter Kessel, der fest mit einem Deckel aus demselben Metall verschlossen werden kann, in welchem sich eine durch ein Ventil verschlossene Öffnung befindet. Das Ventil öffnet sich erst dann, um den Dämpfen einen Ausgang zu verschaffen, wenn diese eine höhere Temperatur als 100° z. B. 110° — 112° erlangt haben. G.

und verschiedenen Temperaturen angestellt. Sie gelangten zu folgendem Resultate: ein Gramm Dampf besitzt bei dem Maximum seiner elastischen Kraft immer dieselbe Menge gehandelter Wärme, was auch die Temperatur seyn mag.

Das heißt: um ein Gramm Wasser zu 0° und unter dem Druck von 5 Millimeter zu verdampfen, oder um es von 0° auf 100° zu bringen und es unter dem Drucke von 760 Millimeter zu verflüchtigen, oder auch wohl um es von 0° auf 150° zu erheben, und es unter dem Drucke von 3420 Millimeter in Dampf zu verwandeln, bleibt der Aufwand von Warmestoff immer derselbe. So sonderbar dieses Resultat dem Anscheine nach ist, so läßt es sich doch erklären, wenn man den außerordentlichen Unterschied in Anschlag bringt, der zwischen den Volumen des Dampfes statt findet, welches ein Gramm Wasser bei so verschiedenem Drucke erzeugen kann.

Man zieht aus diesem Gesetze eine äußerst wichtige praktische Folgerung, deren Kenntniß viele kostspieligen und unnützen Versuche erspart haben würde: daß es nämlich hinsichtlich der Ersparung des Brennstoffs gleichgültig ist, ob das Wasser und vermuthlich auch jede andere Flüssigkeit bei dem gewöhnlichen Luftdrucke, oder im leeren Raume verdampft wird. *Deformés* und *Element*, welchen diese Beobachtung nicht entgieng, haben ausserdem die nämlichen Angaben auf die verschiedenen Systeme von Dampfmaschinen angewendet, und man nimmt nicht ohne Erstaunen wahr, daß selbst die besten dieser schon so vollkommenen Maschinen bis jetzt gleichwohl nur ein Zwölftel von dem Maximum der durch die Theorie bestimmten Wirkung wirklich leisten.

30. Die verschiedenen vorhergehenden Angaben machen möglich, den größten Theil der von dem Wasser herrührenden Erscheinungen voraus zu sehen und zu berechnen. Zum Schlusse erinnern wir an eine sehr sonderbare Eigenschaft, die um so mehr Aufmerksamkeit verdient, da sie eine große Rolle in vielen Umständen zu spielen vermag. Es scheint das Wasser müsse um so schneller verdampfen, je heißer das Gefäß ist, das es enthält. Indessen die Erfahrung lehrt, daß, wenn dieses roth oder weißglühend ist, die Verdampfung beinahe

ganz und gar aufhört. Jedermann weiß, daß Wassertropfen, die man auf eine glühende Eisenplatte wirft, alsbald eine Kugelform annehmen und viel längere Zeit auf der Platte herum rollen, als zu ihrer Verdampfung unter diesen Umständen nöthig wäre. Mehrere Beobachter bemühten sich diese Erscheinung aufzuklären. Pouillet untersuchte sie neuerdings (Annal. de chim. et de phy. T. XXXVI. p. 10) und bemerkte, daß wenn er Wasser tropfenweise in einen weiß glühenden Platintiegel fallen ließ, er denselben bis zur Hälfte füllen und in diesem Zustande eine Viertelstunde lang ohne merkliche Verdampfung erhalten konnte. Bald erscheint das Wasser ruhig, bald geräth es in lebhafte kreisförmig drehende Bewegung, aber niemals nimmt man Entbindung von Dämpfen wahr. Wird der Tiegel vom Feuer weggenommen und man läßt ihn erkalten, so geräth das Wasser, sobald dieser dunkelroth glühend wird, plötzlich in ein heftiges Kochen und verwandelt sich gänzlich in Dampf.

Diese Erscheinung ist schwer zu erklären. Rumford meinte, sie sey der Zurückstrahlung der Wärme, welche auf der Oberfläche der Tropfen statt finde, zuzuschreiben. Pouillet mißt sie einer andern Ursache bei, er glaubt, daß die Wärmestrahlen, welche aus dem Gefäße ausfließen, wenn sie sehr heiß sind, das Wasser zu leicht durchdringen.

Sei dem nun wie ihm wolle, die Sache selbst kann nicht bestritten werden. Man muß sich vor den Gefahren hüten, welche ein Dampfkessel bietet, der zufällig zu einer sehr hohen Temperatur gebracht wird, denn es könnte der Fall eintreten, daß er aufhörte Dampf zu liefern und daß gleichwohl ein Sinken der Temperatur das Zerspringen desselben nach sich zöge. Die Platten von leichtschmelzbaren Metalle sind ganz besonders zu empfehlen, zur Verhütung dieser Art von Gefahren, da sie die Temperatur, welche der Kessel erreichen kann, begränzen; denn es ist einleuchtend, daß eine Klappe in dem Augenblicke, wo diese seltsame Erscheinung sich zeigte, nicht mehr gehoben werden würde.

Diese Art von Unfällen wird bei gewöhnlichen Dampfkesseln nur selten eintreten, aber sie könnte sehr häufig werden, wenn der Gebrauch der Erzeugungsrohren (tubes géné-

geringerer würde. Da diese Röhren nur kleine Mengen enthalten und ihre Temperatur gewöhnlich sehr niedrig ist, so könnten sie leicht in den Zustand versetzt werden, in der Erscheinung, wovon die Rede war, hervorzutreten. Es würde jedoch zu Folge des minder voluminösen Gases ein Unglück von geringerer Bedeutung seyn.

II. Zusammensetzung. Die Zusammensetzung des Wassers ist von Chemikern bei ihren Berechnungen unumgänglich. Es spielt diese Flüssigkeit unter sehr verschiedenen Umständen eine so thätige Rolle, daß man nicht leicht sowohl auf die Natur, als auf das Verhalten der Bestandtheile, woraus es gebildet ist, zu nehmen muß. Die letzten Versuche von Berzelius und Dulong lieferten hinsichtlich seiner Zusammensetzung Zahlen, welche jetzt von allen Chemikern angenommen sind.

Es läßt sich gemäß aus:

Wasser 87	oder auch 100	—	1 Atom Sauerstoff.
Wasserstoff 11,0	—	12,48	— 2 Atome Wasserstoff.
Wasser 100	—	112,48	— 2 Atom Wasser.

Unter den zahlreichen Entdeckungen, mit welchen Gay-Lussac die Wissenschaft bereicherte, wird sich besonders die genaue Beobachtung über die Zusammensetzung des Wassers auszeichnen, welche ihn die wahren Verhältnisse für bestimmte Gase und Dämpfe in ihren Verbindungen beobachteten. Durch sehr genaue Versuche, die er mit großer Sorgfalt anstellte, bewies er, daß das Wasser aus 1 Maas Sauerstoffgas und 2 Maas Wasserstoffgas zusammengesetzt ist. Dieses Resultat wurde seitdem durch alle Erfahrungen vollkommen bestätigt, wobei das Wasser eine wichtige Rolle spielt, und stimmt auch gänzlich mit der von Berzelius und Dulong gefundenen Zusammensetzung überein.

Gay-Lussac, der durch eine eigenthümliches Verfahren die Dichtigkeit des Wasserdampfes bestimmte, fand, daß diese Dichtigkeit, wenn sie durch Berechnung auf eine Temperatur von 0° und einem Barometerstand von 0,76 zurückgeführt

wurde, um sie mit der der Gase vergleichbar zu machen, durch 0,625 ausgedrückt wird. Oder indem man

Die Dichtigkeit des Wasserstoffs = 0,0687

Die halbe Dichtigkeit des Sauerstoffs = 0,5513

annimmt, so hat man für die Dichtigkeit des Wassers = 0,6200

Dies stimmt ganz mit allen früher angeführten Angaben überein und lehrt uns ausserdem, daß ein Maass Wasserdampf aus einem halben Maass Sauerstoff und einem Maass Wasserstoff besteht, von welcher Thatsache wir beständig in der Folge in diesem Werke Gebrauch machen werden.

32. Man könnte auf mancherlei Weise die Zusammensetzung des Wassers darthun; wir werden hier nur einige der einfachsten und zweckmässigsten zu dem Ende anzustellenden Versuche angeben.

Man beweist die Gegenwart des Sauerstoffs und Wasserstoffs im Wasser, indem man dasselbe mittelst der galvanischen Säule zerlegt, nachdem man es zuvor entweder mit schwefelsaurem Natrum gesättigt, oder mit etwas Schwefelsäure angesäuert hat, um es zum bessern Leiter der Elektrizität zu machen. Wenn die Säule stark genug ist, indem sie z. B. aus 50 oder 100 Plattenpaaren besteht, so erhält man in kurzer Zeit Sauerstoff am positiven und Wasserstoff am negativen Pol; wurden die Gase in graduirten Glasröhren aufgefangen, so kann man sich zugleich überzeugen, daß die erhaltenen Volumen sehr nahe in dem Verhältniß von 1 zu 2 stehen.

Man erhält gleich überzeugende Resultate, wenn man Wasser durch eine rothglühende Porzellanröhre streichen läßt, in welche man vorher einige Eisendrahtbündel gelegt hat. Das Wasser wird zerlegt, sein Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen, welches dadurch oxydirt wird und Ströme von Wasserstoffgas entbinden sich. Man stellt diesen äußerst einfachen Versuch so an, daß man an einem Ende der Röhre eine mit Wasser zur Hälfte gefüllte Glasretorte anbringt, und am andern Ende eine Röhre befestigt, mittelst welcher das Gas aufgefangen werden kann. Sobald die Porzellanröhre roth glüht, bringt man das Wasser zum Sieden, der

mit fortgerissene Wasser verdichtet wird. Man erhält auf solche Weise dem Gewichte nach sehr genau den Sauerstoff, welchen das Dryd verloren und das Wasser, zu dessen Bildung er gedient hatte, woraus man den Wasserstoff, welchen dieses enthält, berechnen kann. Durch diese untadelhafte Methode gelangte man zu dem bereits oben erwähnten Resultat.

33. Bildung des Wassers. Das Wasser erzeugt sich, oder mit andern Worten der Sauerstoff und Wasserstoff verbinden sich unter sehr verschiedenen Umständen.

Bei gewöhnlicher Temperatur kann man Wasserstoff mit Sauerstoff mengen, ohne daß dadurch ihre Verbindung statt fände. Bringt man aber das Gemenge in den innern Raum einer Druckpumpe und drückt es sehr schnell zusammen, so geht die Verbindung plötzlich vor sich. Es entbindet sich eine solche Menge Wärme, daß der ausgedehnte Wasserdampf auf den Zylinder der Pumpe äußerst heftig wirkt und ihn sogar vermöge des großen Drucks zersprengen kann (Biot).

Ein brennender Körper, in das Gasgemenge gebracht, entzündet es sogleich, ein sehr starker Knall erfolgt, der Sauerstoff und Wasserstoff verschwindet und Wasser wird dafür im entsprechenden Verhältnisse gebildet. Man kann sich davon überzeugen, wenn man 2 Maasß Wasserstoff und 1 Maasß Sauerstoff in ein Zylinderglas bringt, dessen offnem Ende man hierauf eine brennende Kerze nähert. Nimmt man ein Glas mit enger Mündung, z. B. eine Flasche, so muß man sie sorgfältig mit Leinentuch umhüllen, indem die Explosion gewaltig genug seyn kann, um das Glas zu zersprengen.

Auch der elektrische Funke bewerkstelligt die Verbindung plötzlich. Da bei diesem Verfahren sich noch der besondere Vortheil darbietet, daß man in verschlossenen Gefäßen operiren kann, wodurch weder Gas verloren wird noch zu demselben etwas hinzukommt, so hat die Chemiker bestimmt, es bei vielen Versuchen anzuwenden. Der hierzu gebräuchliche Apparat hat den Namen Eudiometer von Volta. Wir werden ihn genau beschreiben. Nach dem verschiedenen Zweck, wozu dieser Apparat gebraucht wird, hat man ihm dreierlei Formen gegeben.

Die einfachste ist die, welche man wählte, wenn man mit Quecksilber arbeitet, der Apparat besteht dann aus einer einfachen Glasröhre deren Wände 6 oder 8 Millimeter dick sind (Tafel 3. Fig. 8.); diese Röhre ist an ihrer Spitze mit einer Eisendecke beschlagen, welche Vorsichtsmaaßregel man jedoch auch unterlassen kann. Ein starker Eisendrath, der an beiden Enden mit einem Metallknöpfchen versehen ist, stößt die obere Öffnung der Röhre, indem er in dieselbe mit Harz eingekittet ist; derselbe ist bestimmt die Elektricität in den von Gas erfüllten innern Raum zu leiten. Ein zweiter längerer spiralförmig gewundener Eisendrath, der sich in eine kleine Kugel endigt, dient um den elektrischen Funken anzuziehen. Hat man das Gas in den Eudiometer geleitet, so bringt man diesen Drath unter dem Quecksilber in die Röhre und nähert ihn bis auf einigen Millimeter dem oben im Innern der Röhre befindlichen Knöpfchen. Man verschließt nun die untere Öffnung mittelst eines eisernen eingedrahten Stöpsels oder nur mit dem Daumen der Hand, und nähert dann das Metallknöpfchen dem Deckel eines Electrophors oder dem Knopf einer kleinen Leydener Flasche, um einen elektrischen Funken zu entziehen. Das Gemenge erscheint nun ganz feurig, aber es wird kein Geräusch wahrgenommen, wenn der Apparat wohl verschlossen war. Sobald nachher der untere Theil der Röhre geöffnet wird, steigt das Quecksilber plötzlich in die Höhe und erfüllt nunmehr den Raum, welchen die Gase einnahmen, die sich in Wasser verwandelten.

Nach vorausgegangener Beschreibung dieses Versuches wird es leicht seyn die Vorsichtsmaaßregel zu begreifen, die man bei Verfertigung des Wasser-Eudiometers zu beobachten hatte. Ist der Apparat ganz dicht verschlossen, so findet keine Detonation statt, oder mit andern Worten die plötzliche Erhöhung der Temperatur kann die Gase nicht rasch ausdehnen aus Mangel an Raum, so daß selbst der nach der Verdichtung des erzeugten Wasserdampfes gebildete leere Raum sich nicht schnell wieder füllen konnte, weil der Druck der Atmosphäre nicht auf ihn zu wirken vermochte. Wenn der Apparat nicht verschlossen wäre, so ist leicht einzusehen, daß die Ausdeh-

nung so stark seyn konnte, daß die nicht verbundenen Gase durch die untere Öffnung entweichen würden, was in Beziehung auf die Mengenverhältnisse des Rückstandes, wenn man solche bestimmen will, Irrthümer veranlassen müßte. Andererseits kann der sich bildende leere Raum, wenn der Apparat verschlossen ist, die Entbindung eines Gases bewirken, wenn die Flüssigkeit, womit man operirt, ein solches aufgelöst enthält.

Auf Taf. 3. Fig. 9. u. 16. findet sich der Apparat von Volta. Er besteht aus drei Haupttheilen. Unten befindet sich ein umgestürzter Trichter (v) aus Messing, über welchem ein Hahn (r) angebracht ist, der die Verbindung desselben mit der dicken Glasröhre (m,m) herstellt, die zur Aufnahme des Gasgemenges bestimmt ist. Diese dicke Röhre ist oben mittelst eines zweiten Hahnes (s) mit einem Trichter (x) der mit Wasser gefüllt wird verbunden. Die Messingröhre, welche diese Verbindung herstellt, ist mit einigen Schraubengängen versehen, in welche man eine an dem einen Ende zugeschmolzene graduirte Glasröhre (y) einsetzt. Man wird leicht begreifen, wie diese verschiedenen Theile zu handhaben sind: nachdem man die Hähne geöffnet und die oben eingeschraubte Glasröhre weggenommen hat, taucht man den Apparat z. B. bis zur Hälfte in das Wasser und schließt nachher den untern Hahn; der untere Trichter ist nun voll Wasser, man gießt hierauf Wasser in den oberen Trichter, bis Röhre und Trichter zugleich damit gefüllt worden sind. Endlich füllt man auch die graduirte Röhre mit Wasser und kehrt sie um, indem man ihre Öffnung mit den Daumen verschließt und schraubt sie fest. Ist der Apparat mit Wasser gefüllt, so schließt man den obern Hahn und bringt den Sauerstoff und Wasserstoff, der mit dem Instrument Fig. 16 gemessen wird, durch den untern Trichter in die Eudiometer-Röhre, worauf man die Verpuffung desselben mittelst eines elektrischen Funkens, den man durch das Gemenge durchschlagen läßt, bewirkt. Zu dem Ende muß man vorher an den obern Theil der Eudiometer-Röhre ein isolirtes Messingstäbchen (l) mit Harz oder Laf einfitten, welches sie außen in ein Kugeldien endigt, und dessen inneres Ende sich

zuzugs Millimeter von dem Metallbeschlag des Apparates entfernt, aufwärts biegt. Nachdem die Verpuffung statt gefunden, öffnet man den oberen Hahn, wodurch sich der Gasstand in die graduirte Röhre begiebt, in welcher man ihn messen und neuen Prüfungen unterwerfen kann.

Wir nehmen an, daß der untere Hahn offen sey. In diesem Falle wird die Verpuffung hörbar seyn; das Wasser wird anfangs zurückgedrängt; dann aber in dem Maße, als sich der Wasserdampf verdichtet, wieder empor in die Röhre gedrückt werden.

Wäre der Hahn im Gegentheil geschlossen, so würde nebst ein Zurückdrängen noch ein Wiederemporsteigen des Wassers statt finden und folglich auch keine Verpuffung hörbar seyn, aber nachdem sich ein mehr oder weniger vollkommener leerer Raum gebildet hat, steigt aus dem Wasser eine große Menge kleiner Gasblasen auf, welche in ihm aufgelöst waren; diese Luft vermehrt den Gasrest und verändert ihn sowohl seiner Natur als seiner Mengenverhältnisse nach.

Man hat empfohlen den Eudiometer mit ausgekochtem Wasser zu füllen, allein dies verschluckt einen kleinen Antheil des Gases, was man in denselben bringt, wodurch neue Irrthümer veranlaßt werden.

Es ist einfacher und sicherer über gewöhnlichem Wasser mit dem offenen Eudiometer zu arbeiten.

Da jedoch die ausgedehnten Gase im Augenblicke der Verpuffung aus dem Apparate gedrängt werden können, so verfertigte Gay-Lussac einen Eudiometer, welcher alle bisher angezeigten Mängel vermeidet. Dieser Apparat (Taf. 3. Fig. 17.) hat viel Ähnlichkeit mit einem Quecksilber Eudiometer. Er unterscheidet sich davon aber wesentlich durch ein Klappenventil, welches dem Wasser den Eintritt in den leeren Raum erlaubt, aber kein Gas im Augenblick der Verpuffung heraustreten läßt.

Es giebt auch gewisse Körper, welche die Eigenschaft besitzen, durch ihre Berührung allein die plötzliche Verbindung des Sauerstoffs und Wasserstoffs zu bewirken: hierher gehört das Platin. Diese sonderbare Eigenschaft, die von Döbereiner entdeckt wurde, wird besonders erwähnt wer-

den bei Aufzählung der allgemeinen Eigenschaften der Metallen, indem diese Körper besagtes Vermögen in besonders hohem Grade besitzen.

34. **Benutzung.** Jederman weiß, daß das Wasser auf sehr mannichfaltige Weise benutzt wird. Die Wasser, welche sich auf der Erdoberfläche vorfinden, sind wie bekannt wesentlich von einander verschieden, was von der Natur der Substanzen herrührt, welche diese Flüssigkeit aufgelöst enthält. Die Untersuchung des Wassers in dieser Beziehung wird später vorkommen. Man würde sie nur schwierig verstehen können, ehe man die Stoffe selbst kennt, die in demselben vorkommen und die es im Innern der Erde aufnimmt.

Hier erwähnen wir bloß, wie man mittelst der Destillation aus dem gewöhnlichen Fluß- oder Brunnenwasser reines Wasser verschafft. Man verrichtet diese Destillation in Gefäßen von Glas oder Kupfer, je nachdem man kleine oder größere Mengen davon nöthig hat. Das destillirte oder reine Wasser wird übrigens nur in den Laboratorien angewendet. Wasser, was in den Künsten angewendet wird, braucht nie in dem Maße rein zu seyn und kann selbst häufig viel fremde Stoffe enthalten ohne dem Gegenstande, wozu man es verwendet, zu schaden.

Wasserstoffsuperoxyd.

(Synonymc. Drybirtes Wasser.)

Diese ungewöhnliche Verbindung, im Jahre 1818 durch **Thénard** entdeckt, wird meist sowohl in der Medizin als als in den Künsten ein sehr kräftiges Mittel werden. Die einzige noch zu lösende Aufgabe besteht darin, eine leichte und wohlfeile Bereitungsart aufzufinden, welche die Untersuchungen zu vervielfältigen erlaubt, die zur Entdeckung nützlicher Anwendungen führen könnten. Man wird übrigens besser über die Wichtigkeit dieses Körpers und über die Schwierigkeit, ihn in den Künsten einzuführen, urtheilen können, wenn wir seine Eigenschaften und Bereitung beschrieben haben werden.

36. **Eigenschaften.** Das Wasserstoffsuperoxyd ist bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig, und bleibt es noch bis

37. Es verflüchtigt sich bei niedriger Temperatur im Wasser zerlegt zu werden; seine Spannkraft ist größer als die des Wassers. Unter dem Einfluß der Wärme zerlegt es sich leicht, und zwar so leicht, daß man versuchen wollte, es im concentrirten Zustande zu erhalten, so sich ziemlich schnell in Wasser und Sauerstoffgas zerlegt und eine mehr oder minder starke Detonation hervorzubringen würde. Verdünnt man es vor dem Erhitzen mit Wasser, so zerlegt es sich zwar noch, aber ohne Detonation, und man bemerkt, daß die letzten Antheile Sauerstoffgas zu entweichen sind. Dieser Körper ist farblos und farblos; sein Geschmack hat Ähnlichkeit mit einigen Metallauflösungen; er besitzt eine Dichtigkeit von 1,452 und fließt gleich Syrup durch das Wasser. Er verliert nach die Farbe des Lasmus- und Kurkumas, welche er selbst. Er greift die Oberhaut an, zerstört sie sehr schnell, und bleicht sie indem man ein wenig davon, dessen Dauer nach Maaßgabe der Indication der Hitze und der Concentration der Flüssigkeit vertritt. Man trägt man letztere wiederholt auf die Haut, so wird sie dadurch zerstört werden. Mit der Zunge in Berührung gebracht, bleicht es dieselbe sogleich und macht den Mund rot und schaumend.

38. Zusammensetzung. Man kann das Wasserstoffsuperoryd, wenn es eine Dichtigkeit von 1,452 hat, zusammengesetzt betrachten aus gleichen Volumen Sauerstoffgas und Wasserstoffgas. Es enthält demnach

100 Sauerstoff oder 100,	1 Atom Sauerstoff
6,25 Wasserstoff	6,25 1 — Wasserstoff
106,25 Superoryd	106,25 1 — Superoryd.

Die Dichtigkeit seines Dampfes ist nicht bekannt, so daß man nicht weiß, in welchem Verhältniß sich seine Bestandtheile verdichten.

Man erfährt diese Zusammensetzung leicht, wenn man eine bestimmte Menge des Wasserstoffsuperoryds mittelst Auslassung von Wärme zerstört, nachdem es vorher mit Wasser verdünnt worden. Der Versuch wird in einer mit Quecksilber gefüllten Röhre vorgenommen, die man über der Quecksilberhandlung L.

silberwanne umkehrt. Das reine Superoxyd giebt 475 mal sein Volumen Sauerstoff. Man schätzt den Grad der Concentration des verdünnten oxydirten Wassers auf dieselbe Weise, und nennt z. B. oxydirtes Wasser zu 8 oder 10 Volumen dasjenige, was das 8 oder 10 fache seines Volumens Sauerstoff bei der Zersetzung giebt. Überläßt man das Wasserstoffsuperoxyd sich selbst, so zersetzt es sich, mag es im Lichte oder im Dunkeln stehen. Es läßt sich nicht Monate lang aufbewahren, ohne sich zu verändern, selbst oft nach einigen Tagen ist es schon theilweise zersetzt. Mit Eis umgeben und gegen die Berührung mit jedem fremdartigen Körper geschützt, würde es sich ohne Zweifel aufbewahren lassen, aber diese letzte Bedingung ist schwerer zu erfüllen als man glaubte, da überhaupt schon einige Staubtheilchen nach und nach eine beträchtliche Menge dieses Körpers ganz zersetzen können.

Das Wasserstoffsuperoxyd, in Berührung mit verschiedenen Körpern gebracht, verhält sich auf eine höchst merkwürdige Weise. Diese Erscheinungen sind um so bemerkenswerther, da sie sehr viel Aufschluß über eine Art von Wirkung geben, die wahrscheinlich in vielen andern Fällen eine sehr wichtige Rolle spielt, welche aber stets durch Nebenumstände so zu sagen verhüllt, nicht gehörig erkannt und genau bestimmt werden konnte. Da dieser Körper bei einer Temperatur von 25 bis 30° zersetzt wird, so leuchtet ein, daß es sich in Sauerstoff und Wasser verwandeln wird durch die Wirkung vieler Körper, wenn diese eine starke Anziehung entweder zum erstern oder letztern haben sollten. Es haben also Thatsachen dieser Art nichts, was besonders auffallen könnte. Aber in vielen Fällen findet die Trennung des Sauerstoffs und Wassers statt durch die bloße Berührung mit Körpern, die weder sich mit dem Wasser noch mit dem Sauerstoff vereinigen, ferner werden Dryde, welche die Eigenschaft besitzen, das oxydirte Wasser zu zerstören, selbst plötzlich zersetzt, indem Metall und Sauerstoff sich trennen, zu gleicher Zeit wenn das oxydirte Wasser sich in Sauerstoff und Wasser umwandelt. Gewöhnlich ist es nöthig, daß die Körper fein zertheilt sind, damit ihre Einwirkung vollkommen und rasch stattfinde, und wenn diese Bedingung ganz erfüllt

ganz kleinen in eine feine Röhre ausgezogenen Stechhe-
(Pipette) hinzu. Overirt man über Quecksilber, so kann
die Produkte sammeln und prüfen. Auf diese Weise
Thénard folgende Resultate erhalten:

Unter den einfachen nicht metallischen Körpern wirken
Selen und der Kohlenstoff allein auf das oxydirte Was-
Das Selen verwandelt sich in Saure, und der Kohlen-
treibt den Sauerstoff aus, ohne sich mit ihm zu verbind-

Silber, Platin, Gold, Osmium, Palladium, Rhodium,
ium in sehr fein zertheilten Zustande zersetzen das Su-
erud sehr rasch und treiben den Sauerstoff aus, ohne eine
bindung mit ihm einzugehen. Als Feilspäne oder selbst
Kasse wirken diese Körper noch, aber schwach im Vergleich
den ersten Erscheinungen.

Blei, Wismuth und Quecksilber üben anfangs eine lang-
Wirkung, die jedoch nachher zunimmt; der Sauerstoff
ndet sich und die Metalle werden nicht oxydirt.

Kobalt, Nickel, Cadmium und Kupfer wirken nur auf-
schwach. Eisen, Zinn, Antimon und Zeller scheinen
Wirkung zu seyn.

Nicht alle Metalle beschränken sich bloß darauf, den
erstoff auszutreiben, sondern verbinden sich auch zugleich
dielem Körper: hierher gehören das Kalium und Natri-
wie leicht vorand zu sehen war. Ein Theil Sauerstoff

Weise zu wirken, allein die Einwirkung des Selters ist schwach.

Die Schwefelmetalle bieten Erscheinungen dar, die man leicht voraussehen konnte. Die der Basen bildenden Metalle werden in schwefelsaure Salze verwandelt und die der Sauerstoff-fähigen Metalle werden Säuren, während der Schwefel frei wird; Schwefelwismuth und Schwefelzinn wirken nur schwach, dagegen Schwefelsilber und Schwefelquecksilber gar nicht.

Die Metalloxyde wirken sehr verschiedenartig auf oxydirte Wasser. Baryt, Strontian, Kalk, Zinkoxyd, Kupferoxydul und Oxyd, Nickeloxyd, Mangan-Eisen-Zinnoxyd Kobaltoxyd, Arsenikoxyd und ohne Zweifel noch Andere beschließen den Sauerstoff, indem sich dadurch höhere Oxydationsstufen bilden. Soll der Versuch gelingen, so muß das Wasserstoffsuperoxyd mit Wasser verdünnt und das Metalloxyd entweder aufgelöst oder im Hydratzustand seyn.

Die meisten dieser Oxyde, wenn sie vorher gegläht worden, treiben den Sauerstoff wenigstens zum Theil aus dem oxydirten Wasser.

Das Mangan- und Kobalt-Superoxyd, das gelbe Bismutoxyd, und das Eisenoxydhydrat äußern die stärkste Wirkung, werden aber nicht verändert. Die alkalischen Oxyde und die Magnesia selbst zersetzen diesen Körper ebenfalls, jedoch langsam.

39. Ohne Zweifel aber sind die Oxyde der letzten Theilung *) der Metalle diejenigen, welche die sonderbare Wirkung zeigen. Kaum in Berührung mit dem Wasserstoffsuperoxyd gebracht, werden sie reducirt, indem sie nämlich ihren Sauerstoff abgeben und wieder als Metall erscheinen und das Superoxyd selbst wird zerlegt, mit heftiger Wärmeentwicklung, der sich selbst bisweilen Lichterscheinungen zugesellen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Erhöhung der Temperatur zur Reduktion des Oxydes beiträgt; allein ist nicht die einzige Ursache, denn das durch Wasser ver-

*) Bezieht sich auf die von Lavoisier in seinem Handbuche der Chemie aufgestellte Classification der Metalle, welche im zweiten Bande dieses Werkes zu sehen wird.

dünnste Superoxyd bietet dieselben Erscheinungen dar, obgleich hierbei die Temperatur nicht merklich erhöht wird.

Endlich fügen wir noch hinzu, daß es auch unter den organischen Stoffen solche giebt, welche den Sauerstoff rasch antreiben; während dagegen andere durchaus wirkungslos sind. Der Faserstoff z. B. das Lungengewebe, die Nieren und überhaupt die thierischen Gewebe zerlegen das oxydirte Wasser sehr schnell und unaufhörlich. Der Sauerstoff entbindet sich rein, und die thierische Materie hat weder etwas aufgenommen, noch etwas verloren. Der Eiweißstoff, die Gallerte, so wie die übrigen für sich dargestellten thierischen Stoffe, scheinen im Gegentheil keine Wirkung zu äußern.

40. **Bereitung.** Das oxydirte Wasser wird bereitet, indem man das mit Wasser angerührte Bariumsuperoxyd mit einer Säure behandelt, wobei das Gemenge in einer niedrigen Temperatur, von $+40^{\circ}$ oder $+50^{\circ}$ während der Einwirkung erhalten wird. Es erzeugt sich ein Bariumoxydsalz, während der freiwerdende Sauerstoff sich mit dem Wasser vereinigt.

Nehmen wir an, man habe Chlornwasserstoffsäure angewendet. Wenn man den chlornwasserstoffsauren Baryt mittelst Schwefelsäure zersetzt, so bildet sich unlöslicher schwefelsaurer Baryt und die Flüssigkeit wird nun oxydirtes Wasser, Wasser und Chlornwasserstoffsäure enthalten. Man behandelt jetzt eine neue Menge von Bariumsuperoxyd und wiederholt dieselbe Operation mehreremal. Hat man endlich die Flüssigkeit mit einer hinreichenden Menge Sauerstoff versehen, so behandelt man das Gemisch von oxydirtem Wasser und chlornwasserstoffsaurem Baryt mit schwefelsaurem Silber, wodurch sich schwefelsaurer Baryt und Chlorsilber, beide unlöslich, bilden und die Flüssigkeit bleibt rein zurück. Dies ist ein Gemisch von Wasser und Wasserstoffsuperoxyd von welchem man das Wasser unter der Luftpumpe mittelst Schwefelsäure, die man zu diesem Behufe unter dieselbe bringt, entfernen kann. Weiteres darüber findet man in dem Lehrbuch der Chemie von Thénard's Hand. diese Substanz hat Anwendung, so wie auch die Bariumsuperoxyd.

seyn, denn die Gegenwart eines Salzes im Wasser, macht sie aufgelöst ist, verändert seine Haupteigenschaften nicht. Man dürfte sich dann nur auf die Behandlung des Baryumsuperoxyds mit Salpetersäure oder Chlorwasserstoffsäure beschränken, so daß man nur oxydirtes Wasser und Chlorbaryum oder salpetersaures Baryt erhielte, die man im Wasser lassen könnte. Diese Gemenge müßte dann wie reines oxydirtes Wasser angewendet seyn. Wenn die Gegenwart von Baryt schädlich wirken könnte, so dürfte man die Flüssigkeit nur mit schwefelsaurem Natrium behandeln, und es würde dann Chlornatrium oder salpetersaures Natrium aufgelöst bleiben, die in den meisten Fällen ganz ohne Wirkung sind.

Die Resultate bei Bereitung des oxydirtten Wassers sind:

Angewandete Substanz	
Baryumsuperoxyd	1056,88
massenfreie Chlorwasserstoffsäure	425,13
Erzeugte Atome	
2 Wasserstoffsuperoxyd	212,48
1 Chlorbaryum	1299,53

Hieraus folgt, daß 100 Gramme Baryumsuperoxyd 20 Gramme reines oxydirtes Wasser geben. Da es nicht wahrscheinlich ist, daß man es in diesem Zustand in der Medizin oder den Künsten nöthig haben wird, indem das verdünnte genügen dürfte, so ersieht man hieraus, daß die Operation viel davon liefern wird, wenn man selbst nur 100 Gramme Baryumsuperoxyd anwendet. Man würde mit dieser Menge 20 Gramme Wasser zu 425 Volumen Sauerstoff, oder 100 Gramme zu 70 Volumen, 200 zu 35 Vol., 500 zu 14 Vol., oder endlich 1000 zu 7 Vol. erzeugen können.

Benutzung. Der hohe Preis der Substanz macht die Anwendung sehr beschränkt. L. Berz. hat sich desselben bedient, um alte, durch die Verwandlung des kohlensauren Bleis in Schwefelblei, schwarz gewordene Wasserfarben, Gemälde wieder herzustellen. Sobald nur sehr schwaches oxydirtes Wasser, was nur 5 oder 6 Vol. Sauerstoff zu enthalten braucht, in Berührung mit grauschwarzem Schwefel-

schlecht wird, so verwandelt sich dieses in weißes schwefelsäures Oxyd. Die ursprüngliche Farbe wird auf diese Weise in ihrer ganzen Reinheit hergestellt. Dieser Versuch, welcher mit Erfolg an einem Gemälde von Raphael gemacht wurde, ist seitdem wiederholt worden und wird von geschickten Händen gelingen. Es reicht schon aus, wenn man in die oxydirte Flüssigkeit getauchten Pinsel auf den verdorbenen Stellen leise zu berühren, um sich nachher davon wie durch einen Zauber gebleicht zu sehen. Daher warnen die Liebhaber für die unnachahmlichen Werke, welche Zeit auf diesen kostbaren Kunstgegenständen verstreicht, und einzig und allein verhindern, sie alle in ihrer ursprünglichen Schönheit wieder herzustellen.

Capitel III.

Chlor. — Chlornwasserstoffsäure. — Chlorsäure. — oxydirte Chlorsäure. — Chloroxyde.

Synonyme. Chlorin, Halogen, oxydirte, oxygenirte, dephlogistisirte Salzsäure. Lat. . . .

Chlorum, acidum muriaticum oxygenatum. Franz. Chlore, acide muriatique oxigéné).

Chlor.

42. **Eigenschaften.** Im reinen Zustande besitzt das Chlor eine grünlich gelbe Farbe, und einen unangenehmen starken Geruch und Geschmack, der ein besonderes Gefühl von Wärme erregt, woran es leicht erkannt werden kann. Seine Dichtigkeit ist 2,4216 verglichen mit der Luft. Seine Lichtbrechende Kraft ist 2,623 nach Dulong. Taucht man eine angezündete Kerze in einen mit Chlor gefüllten Glaszylinder, so wird die Flamme blaß, röthet sich hierauf und verlöscht endlich. Die Pflanzenfarben mit diesem Gase in Berührung gebracht, werden schnell zerstört; man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man in Flaschen, die mit Chlor gefüllt sind, etwas Lakmus- oder Veilchen-Aufguß, Rosenblätter oder selbst gewöhnliche Dinte bringt. Nachdem diese Stoffe kürzere oder längere Zeit damit in Berührung gewesen, so sind sie ganz entfärbt. Man schreibt diese Erscheinungen der Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff zu, welche diese Stoffe enthalten. Wir werden später darauf zurückkommen.

43. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck ist das Chlor stets gasförmig, aber wenn man es zugleich der Wirkung eines starken Druckes und einer niedern Temperatur aussetzt, so wird es tropfbar flüssig. In

diesem neuen Zustande ist es eine klare gelbe Flüssigkeit, leicht flüchtig und äußerst flüchtig, wenn es dem gewöhnlichen Druck wieder ausgesetzt wird. Seine Dichtigkeit mit der des Wassers verglichen ist ungefähr 1,53. Seine lichtbrechende Kraft ist etwas geringer als die des Wassers und sein Dampf bei $+15^{\circ}$ C. besitzt eine Spannkraft, die der von vier Atmosphären gleich ist. Man kann es in gekrümmten Röhren, die hermetisch verschlossen sind, destilliren; bei $+37^{\circ}$ C. scheint es in's Kochen zu gerathen. Diese Operation verändert seine Eigenschaften nicht. Man konnte es noch nicht in fester Gestalt erhalten, selbst wenn es einer Temperatur von -18° C. ausgesetzt wurde. Alle diese Erscheinungen wurden von Faraday beobachtet. (Archiv für die gesammte Naturlehre von Kastner. 1^{ter} Band, S. 97.)

Auf gasförmiges Chlor, wenn es rein und trocken ist, äußert weder die Wärme, noch das Licht oder die Elektrizität eine Wirkung. Dies ist jedoch nicht im feuchten Zustande der Fall, und um die Erscheinungen besser zu verstehen, welche die Gegenwart des Wassers hervorbringt, werden wir zuerst untersuchen, wie es sich gegen dieses verhält.

41. Bei einer Temperatur von 20° und unter gewöhnlichen Luftdruck löst das Wasser ein und ein halb Maass von diesem Gase auf. Die Auflösung ist an Farbe, Geruch und Geschmack dem gasförmigen Chlor ziemlich ähnlich. Seine Wirkung auf die organischen Farbstoffe ist dieselbe. Wird es einer Kälte von 2° oder 3° unter Null ausgesetzt, so bildet es dunkelgelbe blättrige Krystalle. Gießt man die überflüssige Flüssigkeit ab, so können diese Krystalle getrennt für sich erhalten werden; sie sind bei erwähnter Temperatur beständig, fangen aber zu schmelzen an, sobald diese auf 10 bis 12° steigt.

Sie bilden dann eine wässerige Chlorauflösung, und eine beträchtliche Menge Gas entbindet sich, indem ein mehr oder minder rasches Aufbrausen statt findet. Diese Krystalle müssen demnach als ein Chlorhydrat betrachtet werden, und nach Faraday's Versuchen bestehen sie aus 22,7 Chlor und 77,3 Wasser oder beinahe aus 1 Atom Chlor und 5 At. Wasser.

... Läßt man Wasserdampf und Chlor durch eine weiß glühende Röhre streichen, so erzeugt sich Chlormwasserstoffsäure und Sauerstoff. Das Wasser wird also durch das Chlor zerlegt. Die Anwesenheit dieses Körpers erleichtert auch die Zersetzung des Wassers mittelst der galvanischen Säule. Eine Chlorauflösung giebt in diesem Fall Chlor und Sauerstoff am positiven und Wasserstoff am negativen Pol. In dem Maße, als hierbei das Wasser zerlegt wird, bildet sich Chlormwasserstoffsäure, welche ihrer Seite wieder zerstört wird, woraus sich erklärt, daß das Chlor sich an den positiven Pol begiebt. Beim Einfluß des Sonnenlichtes erzeugen sich verschiedene Produkte. Es bildet sich Chlormwasserstoffsäure, Sauerstoff entbindet sich wie bei höherer Temperatur, aber man erhält weniger Säure und viel weniger Sauerstoff, was von der gleichzeitigen Bildung einer Säure, der Chlorsäure herrührt.

Hieraus geht hervor, daß die Bestandtheile der wässrigen Chlorauflösung sehr beweglich sind; um sie daher aufzubewahren, muß sie in Gläser, die mit schwarzen Papier überzogen sind, gefüllt und in gewöhnlicher Temperatur erhalten werden. Ungeachtet dieser Vorsichtsmaaßregeln verliert sie doch nach und nach ihre Eigenschaften indem sie sich in Säure verwandelt.

45. **Bereitung.** Das Chlor findet sich in großer Menge in der Natur, aber stets mit andern Körpern verbunden. Um es sich rein zu verschaffen, kann man verschiedene Verfahren anwenden. Das einfachste ist, 100 Gramme fälschliche Chlormwasserstoffsäure, bestehend aus einer gesättigten Auflösung dieser Säure in Wasser, und 30 Gramme pulverisirtes Mangansuperoxyd zu nehmen. Man bringt dieß Oxyd in eine Glasflasche, gießt die Säure darauf und schüttelt einige Augenblicke, damit das Pulver wohl befeuchtet werde. Die Flasche oder der Kolben muß zur Hälfte leer bleiben, weil im Augenblicke, wo diese Körper sich berühren, oder noch mehr bei Anwendung von Wärme, sich ein Gas in großen Blasen auf der Oberfläche der Flüssigkeit entbindet, welches letztere zum Theil aus dem Gefäße treiben würde, wenn es zu klein wäre. Man setzt nun den auf der äußern Fläche

fluen und reinen Kolben auf einen mit einigen glühenden
ohlen versehenen chemischen Ofen, und bringt an dessen
Mündung eine gekrümmte Glasröhre, mit deren Hülfe man
sich entbindende Gas über Wasser auffängt. Anfangs
läßt man einen Theil davon fortgehen, bis die atmosphärische
Luft aus dem Kolben entwichen und durch Chlor ersetzt ist,
weshalb man in Flaschen mit eckigerlebens Glasstöpseln auf-
setzt, die man vorher mit Wasser gefüllt hat. Die Reinheit
des Gases erkennt man an seiner grüulich gelben Farbe
und an der Eigenschaft, ganz von einer wässrigen Kalilauge
verschluckt zu werden. Man verschließt die Fla-
schen gut, noch unter Wasser, indem man so wenig als mög-
lich davon im Innern derselben läßt. Die Operation ist be-
endet, wenn im leeren Theil des Kolbens die Farbe des
Chlors nicht mehr sichtbar ist; es entbindet sich dann nur
Wasserdampf.

Die Erscheinungen, welche bei diesem Versuche stattfanden, sind leicht erklärlich. Die Chlornwasserstoffsäure ist aus Wasserstoff und Chlor, und das Mangansuperoxyd aus Sauerstoff und Mangan, zusammengesetzt. Es bildet sich Wasser, Chlor-Mangan und Chlor, welches letztere sich als Gas entbindet. Das erzeugte Wasser mengt sich mit dem schon in der Säure vorhandenen und das Chlormangan bleibt in der Flüssigkeit aufgelöst, woraus es durch Abdampfen gewonnen werden kann. Es ist begreiflich, daß in Chlor frei werden würde, wenn sich ein dem Mangansuperoxyd entsprechender Chlormangan bilden würde. Die Zeugnisse der Operation wären in diesem Falle ganz einfach: Wasser und Mangansuperoxyd, allein diese Verbindung scheint nicht zu existiren. Folgendes sind die Zahlen- und Ausdrücke der wirklichen Erfolge:

Zugeführte Atome.	Hervorgebrachte Atome.
1 Mangansuperoxyd 555,78	2 Chlor 71
3 Chlornasserstoffsäure 910,24	4 Wasser 36
	1 Manganchlorür 798,44

46. Statt sich der Chlornasserstoffsäure zu bedienen, kann man auch Kochsalz anwenden, welches eine Verbindung von Chlor und Natrium ist. D.

Hierbei handelt es sich, darum, das Natrium aus der Verbindung fortzuschaffen, dies wird bewirkt, indem man 10 Gramme Mangansuperoxyd und 200 Gramme Kochsalz neugt und in einem Mörser von Eisen oder Messing mit einander stößt. Das Gemenge wird nachher in einen Kolben gebracht und 100 Gramme concentrirte Schwefelsäure nebst 100 Gramme Wasser, zugesetzt; man wird wohl thun, die letztern beiden vorher vorsichtig in einem andern Gefäße mit einander zu mischen, damit durch die starke Erhitzung der Kolben nicht zerbricht. Dieser muß so groß seyn, daß er von den vier Substanzen nur zur Hälfte angefüllt wird. Man setzt in seine Öffnung hierauf eine geräumte Röhre ein, erwärmt ihn langsam und sammelt das Gas über Wasser auf, wie beim vorigen Versuch; die Beendigung der Operation wird an demselben Zeichen erkannt.

Man erhält als Rückstand, schwefelsaures Manganoxydul, und schwefelsaures Natrium, indem alles Chlor verschwunden und frei geworden ist. Um sich zu erklären, was bei der Operation vorgegangen ist, muß man annehmen, daß das Wasser zum Theil zersezt wird und durch seinen Sauerstoff, das Natrium oxydirt, während sein Wasserstoff das Chlor in Chlornasserstoffsäure umwandelt. Das gebildete Natrium verbindet sich mit der Schwefelsäure und erzeugt schwefelsaures Natrium; die Chlornasserstoffsäure dagegen wirkt nun auf das Mangansuperoxyd, woraus eine neue Quantität Wasser, freies Chlor und schwefelsaures Manganoxydul entsteht. Es kann sich hierbei kein Chlormangan bil-

*) Dieses Verfahren wurde wohl, bis jetzt noch im Allgemeinen in Deutschland das vortheilhafteste seyn, weil die Salzsäure wohl sehr leicht schon vertheilt, und so billig geliefert wird, als in Frankreich. G.

n dieses Salz würde augenblicklich durch die Schwefelsäure auf dieselbe Weise wie das Chlornatrium zersetzt. Um das Verstehen dieser Erscheinung, so wie ihre Wirkung zu erleichtern, lassen wir hier die Ergebnisse in folgen, welche die verschiedenen Verbindungen aus, die sich in drei auf einander folgenden Zeiträumen

1^{ter} Zeitpunkt. — Augenblick der Mischung.

n Chlornatrium	755,56
n Mangansuperoxyd	555,78
n wasserfreie Schwefelsäure	1002,32
n Wasser	112,48

2^{ter} Zeitpunkt.

n schwefelsaures Natrium	892,08
n Mangansuperoxyd	555,78
n wasserfreie Schwefelsäure	501,16
n Chlornwasserstoffsäure	455,12

3^{ter} Zeitpunkt. — Beendigte Operation.

n schwefelsaures Natrium	892,08
n schwefelsaures Manganoxydul	956,94
n Wasser	112,48
n Chlor	442,64

Die erste Reihe stellt den Zustand der Stoffe vor dem Anfang dar; die Zweite den, in welchem sie angenommen wurden nach der Umwandlung des Chlornatriums in Chlornwasserstoffsäure und schwefelsaures Natrium. Vergleicht man die erste und letzte Reihe mit einander, so sieht man, daß die Menge dieselbe bleibt, daß die zwei Atome Schwefel zersetzt worden sind durch eben so viel Atome Chlor, die Oxide vom Mangan und Natrium in neutrale Salze verwandelt worden.

Man muß jedoch nicht glauben, daß die Operation selbst in denselben Zeiträumen statt finde, wie es diese Tafel zeigt. Im Gegentheil vom Anfang bis zu Ende des Versuchs dauert die Entbindung des Chlors, woraus her, daß alle angeführten Erscheinungen zugleich und in denselben Theilen des Gemenges statt finden. Außer dem jedoch, was sich im Allgemeinen ergibt, wenn man

die Erscheinungen auf einfache obgleich theoretische Bedingungen zurück führt, bietet diese Tafel noch ein besondres Interesse in industrieller Beziehung dar.

47. Man ist wirklich in dem Falle, beträchtliche Quantitäten Chlor für die Bedürfnisse des Handels bereiten müssen, und man kann sich in Folge der vorhergehenden Ergebnisse überzeugen, daß die gebräuchlichen Verfahrenen vortheilhafte Abänderungen erleiden können. Die zwelte Reihe unserer Tafel bietet ein Gemenge von 4 Atomen Chlornwasserstoffsäure, 1 Atom Schwefelsäure und 1 Atom Mangansuperoryd dar, nachdem man das schwefelsaure Natrium abgerechnet hat, welches keine weitere Wirkung mehr auf die letzte Reihe zeigt an, daß die Chlornwasserstoffsäure Atome Chlor gegeben hat. Da nun bei dem ersten Verfahren 8 Atomen Chlornwasserstoffsäure oder das Doppelte angewendet werden mußte, um eine gleiche Menge Chlor erhalten, so würde es in gewissen Fällen vortheilhaft seyn ein Gemenge von 4 Atomen Chlornwasserstoffsäure, 1 Atom Schwefelsäure und 1 Atom Mangansuperoryd zu nehmen. A Chlor würde frei werden und es würde nur schwefelsaures Manganoxydul als Rückstand bleiben. Dagegen besteht der Rückstand bei dem ersten Verfahren in Manganchlorür, welches in Wasser aufgelöst ist. Es würde leicht seyn, diese andere Weise zu benutzen. Mischt man das Chlorür Mangansuperoryd und Schwefelsäure, so würde dadurch eine Reihe von Erscheinungen veranlaßt, welche durchaus sehr ähnlich sind, die statt finden, wenn man Kochsalz mit denselben Stoffen mengt. Die Tafel, welche diese darstellt kann zugleich dienen, um sich Rechenschaft davon abzulegen man darf hierbei nur das Manganatom überall an die Stelle des Natriumatoms setzen.

Die genauere Betrachtung dieser Verfahrensarten führt uns also auf zwei verschiedene Methoden, die sich eignen aus einer bestimmten Menge Chlornwasserstoffsäure eine doppelte so große Menge Chlor darzustellen, als diejenige welche man durch das gewöhnliche Verfahren gewinnt.

Alle diese Verfahrensarten sind übrigens gleich leicht. Wir werden jedoch derjenigen den Vorzug geben, welche

...regulirte, und um die Operation im Gange zu er-
zeuht es hin die anfangs durch die Mischung der
Säure mit Wasser entbundene Wärme durch ein
Feuer zu unterhalten. Dieses Gemenge ist übrige-
ndes dem Aufblähen unterworfen als die beiden an-
ders in das sich entbindende Chlor trockner, weil die
Säure der Schwefelsäure indem sie den Siedepunkt des
Chlors erhöht, das Chlor entbinden macht, noch ehe das
Gas lecht.

8. Wir haben bisher nur die Bereitung des Chlors
betrachtet, weshalb es jetzt nothig ist, anzugeben,
wie die Apparate abgeändert werden müssen, um zur Gas-
sammlung im Großen sich zu eignen. Als das Chlor in die
Kammer durch Berthollet eingeführt wurde, bediente man
sich geringer Chlorauflosungen; heut zu Tage aber hat man
stärkere Auflösungen von Chlorkalk ersetzt. Im zweiten
Falle muß man sich jedoch zuvörderst gasför-
mig zu verschaffen, und dieses nachher entweder durch
einen Trichter in Wasser oder durch Wasser, das gebrannten
Kreide aufgeschlemmt enthält, verschlucken lassen.
Man wird auf den Chlorkalk später wieder zurück-
kommen. Hier beschränken wir uns darauf, zu bemerken,
daß mit Kalk verbundene Chlor gerade wie eine wäs-
serige Auflösung wirkt. Da die Vorrichtung, welche man
zur Sammlung des Chlors im Großen in beiden Fällen an-
wendet, dieselbe ist, so werden wir sie hier beschreiben.

beipunkt des Gemenges; und wenn nun plötzlich ein Durchsintern statt findet, so verursacht das plötzliche Zusammenziehen des Glases oder Steingutes ein Zerspringen des Gefäße.

Man beugt diesem Unfälle vor, wenn man das Gemenge im Marienbad erwärmt, oder auch wohl, wenn die gläsernen oder thonenen Gefäße, die mit Thon lutirt sind, einem Ofen so erhitzt werden, daß das Gefäß am Boden nicht unmittelbar erhitzt wird, sondern daß nur dessen Seiten von der Flamme berührt werden.

Die Glasgefäße kommen übrigens gewöhnlich theurer zu stehen, als jene aus Irdenzeug oder Blei, die man gewöhnlich anwendet.

Die Gefäße von gebranntem Thon, die man besonders dazu verfertigt, (die von Saint-Aubin bei Beaune sind in Frankreich die geschättesten) halten 60 bis 80 Liter; sind fast eiförmig und haben oben eine 6 Zoll weite Öffnung die zum Einbringen des Gemenges und Ausbringen des Rückstandes bestimmt ist, und außerdem noch eine Tubulirung, in welche man eine Glas- oder Blei-Röhre einsetzt, die zur Leitung des Gases bestimmt ist. (Taf. 6. Fig. 2.) Die Fugen der Tubulirung sind sorgfältig mit fettem Kitt *) verwahrt, worüber man gewöhnlich einen Streifen feuchter Blase bindet, um denselben festzuhalten. Die große Öffnung wird auf eine sehr einfache Weise verschlossen; der Rand derselben ist mit einer freisunden Rinne versehen, welche man mit fettem Kitt füllt. Man legt hierauf einen Schließdeckel aus Blei auf die Mündung, der auf seiner untern Fläche eine jener Rinne entsprechende freisunde Erhöhung besitzt und verschließt nun das Gefäß fest, mittelst eines durch ein Scharnier in die Mauer befestigten Hebels, welcher an einem freien Ende durch einen doppelten Strick mit einem in die Erde gemauerten Ring verbunden wird. Indem man

*) Man bereitet den fetten Kitt aus Leinöl, was vorher mit 1/15 Bleiglut gekocht worden, und trockenem pulverisirten Thon. Das Gemenge muß nicht zu weiche bildsame Masse sein. Ein Gemenge von Leintuchen, Malt und Kleister wird ebenfalls bei Bereitung von Säuren sehr häufig als angewendet. G.

den Strich mittelst eines Strodes zusammenbrehn, giebt man
helfenden Erbkanten von nöthigen Druck.

1. Das Gas begiebt sich durch die Glas- oder Blei-Röhre
in eine Woulf'sche Flasche, wo es gewaschen wird *). Diese
Flasche muß 10-Fuß halten und mit einer Sicherheitsröhre
an einem Hahn versehen seyn, durch welchen letztern man
das Wasser ablassen kann, wenn es zu sehr mit Säure be-
setzt ist, welche beständig das Gas begleitet. Von hier
geht das Gas in ein großes hölzernes Gefäß, welches 8 Fuß
Durchmesser und 10 Fuß Höhe haben kann, wenn man be-
stündig zwei Gasapparate im Gange hat. Diese Kufe, ge-
wöhnlich aus Eichenholz mit eisernen Reifen beschlagen, muß
außen getheert und innen mit einem Firniß, bereitet aus
Wachs, Harz und Terpentin, überzogen seyn. Sie ist durch
einen eingefügten Dattel verschlossen, welcher mit einer Öff-
nung versehen ist, in der sich ein hölzerner, gleichfalls gefir-
nister Zylinder befindet. Dieser Zylinder geht drei Fuß tief
in die Kufe hinein und ragt 3 Fuß darüber heraus; sein
Durchmesser ist 2 Fuß. Es dient diese Öffnung zum Ein-
bringen des Wassers sowie des Kaltes, wenn man diesen
gleichfalls anwenden will. Sie hat zugleich den Zweck, das
durch den Druck des Gases emporgetriebene Wasser aufzu-
nehmen. Eine an der äußern Seite der Kufe senkrecht an-
gebrachte Glasröhre, die mit der Flüssigkeit im Innern in
Verbindung steht, zeigt die Bewegung derselben an. Eine
Bleiröhre, welche sich einige Zoll über dem Boden befindet,
dient zum Ablassen der mit Gas gesättigten Flüssigkeit, und
endlich können durch ein im Boden selbst angebrachtes Spund-
loch die Kaltrückstände herausgenommen werden, im Fall
man Kalt angewendet hat.

Statt einem verkitteten Gefäß aus Irbenzeug, kann
man auch Gefäße von Blei anwenden; allein die Fabrikant-
en ziehen erstere vor. Diese können nämlich unmittelbar er-

*) Da das sich entbindende Chlorgas, namentlich bei höherer Temperatur, stets
Salzsäure mit fortreißt, so muß diese wieder davon getrennt werden; dies
geschieht in der Woulf'schen Flasche, worin sie wegen ihrer größern Lös-
lichkeit im Wasser zurück bleibt, während das Chlor in das folgende Gefäß
übergeht. G.

higt werden, während die bleiernen Gefäße nur mittelst Marienbades oder durch Dampf erwärmt werden dürfen. Die Bleigesäße müssen aus einem Stück seyn, weil sonst Chlor das Zinn des Lothes zu schnell angreifen würde, so daß sie nur von sehr kurzer Dauer seyn würden.

Man giebt ihnen gewöhnlich die Gestalt eines Kessels mit breiten vorstehenden Rande, der durch einen Helm, welcher auf dem Rande mit Schrauben befestigt ist, verschlossen wird. Der Helm ist mit den nöthigen Zubehörungen versehen. (Taf. 6. Fig. 2. b.)

Alle bei diesen Apparaten angewandten Röhren müssen 1 — 1½ Zoll innern Durchmesser haben, damit sie im Nothfall nicht durch das sich darin abscheidende starre Chlorhydrat verstopft werden können.

Man muß stets einige Apparate etwa 1 bis 2 Stück vorrätzig haben, damit, wenn sich ein Unfall ereignet, man den unbrauchbaren Apparat sogleich wieder durch einen andern ersetzen kann; die Arbeit kann auf diese Weise nicht unterbrochen werden. Diese Vorsichtsmaaßregel ist namentlich nöthig, wenn man Steingutgefäße anwendet.

49. Es ist uns jetzt noch übrig die Menge der für die verschiedenen Gemenge anzuwendenden Stoffe anzugeben. Der Hauptpunkt, der zu berücksichtigen ist, besteht darin, den Grad der Reinheit des Mangansuperoxyds zu bestimmen, was man anwenden will. Zu dem Ende verweisen wir auf die von Gay-Lussac festgestellten Grundsätze.

Der Braunstein des Handels ist von sehr verschiedener Reinheit, weshalb es wichtig ist, diese kennen zu lernen. Berthier hat verschiedene Sorten des Mangansuperoxyds zerlegt. (Annales de chim. et de Phys. XX. p. 344.). Da die Chlormenge, welche sie erzeugen, ihren Werth bestimmt, so haben wir diesem Grundsatz gemäß folgende Tafel *) entworfen.

*) Obschon diese Tafel nur die französischen Braunsteinsorten aufzählt und sie demnach für Deutschland nicht von unmittelbarem Interesse seyn kann, so dient sie doch als Anhaltspunkt für die technischen Chemiker, indem man wohl annehmen darf, daß der in Deutschland meist angewandte Silesener Braunstein dem besten französischen an Mangansuperoxydgehalt gleich kommt.

	Kilogr.
1 Kilogramm reiner Braunstein gab	0,7964
von Trettnich bei Saarbrück	0,7525
— Calverton (im Rude-Departement) ohne Kalk .	0,7658
— Calverton mit Kalk	0,5754
— Perigueux (Dordogne-Departement)	0,5179
— Romaneche (Departement Saone u. Loire) 0,4692—	0,5155
— Laveline (Vogesen)	0,4648
— Pessillo (Piemont) schwarz ohne Kalk	0,4426
— Pessillo, schwarz mit Kalk	0,3320
— Saint Marcel (Piemont)	0,2789—0,3098

Diese Resultate geben näherungsweise den Werth dieser verschiedenen Braunsteinsorten an; um aber den von irgend einer Sorte kennen zu lernen, muß man Versuche mit demselben anstellen, was leicht auf folgende Weise geschehen kann:

Das reine Mangansuperoxyd besteht aus:

Mangan	3,5578 Gr.
Sauerstoff	2,0000
	<hr/> 5,5578

Hiermit können 4,4265 Gr. Ehlor hervorgebracht werden, oder 1,3963 Liter bei der Temperatur von 0° und bei einem Luftdruck von 0,76^m; folglich werden 3,98 Gr. Braunstein 1 Liter Ehlor geben und 1 Kilogr. würde 251,23 Liter hervorbringen können.

Man nimmt also 3,98 Gr. von dem zu prüfenden Braunstein, behandelt sie bei gelinder Wärme mit Ehlorwasserstoffsäure und fangt das sich entbindende Ehlor in etwas weniger als einem Liter Kalkmilch auf; gegen das Ende der Operation läßt man die Salzsäure kochen, um alles noch in dem Gefäß befindliche Ehlor in die Kalkmilch zu jagen und fügt nun der Ehloralkauflösung so viel Wasser hinzu, als zu einem Liter noch fehlt. Der Gehalt dieser Ehlorverbindung giebt genau den des Braunsteins an. Wir werden die Grundsätze dieser Arten von Prüfungen auseinanderlegen, bei der Betrachtung des Ehloralks.

Eine ähnliche vergleichende Untersuchung der deutschen im Handel vorkommenden Braunsteinsorten möchte wohl zu wünschen seyn, um darnach ihren relativen Werth für den Gebrauch sicherer bestimmen zu können. G.

Der Werth eines Manganoxydes wird nicht allein durch die Menge von Chlor bestimmt, die es geben kann, es hängt auch von der Quantität Salzsäure ab, welche man zur Hervorbringung des Chlors nöthig hat. Diese Prüfung ist etwas schwierig und der niedrige Preis der Chlornwasserstoffsäure macht sie gewöhnlich unnöthig. Wir bemerken nur noch, daß der Braunstein zuweilen kohlensauren Kalk oder Baryt und Eisenoxyd enthält, wodurch auch ein Theil Chlornwasserstoffsäure gesättigt wird, was reiner Verlust ist; und ferner derselbe nicht immer im Zustande des Superoxyds sich befindet, so steht die erforderliche Menge Chlornwasserstoffsäure nicht mehr im Verhältniß mit der des erhaltenen Chlors.

50. Diese Angaben sind besonders nützlich für die Beurtheilung des Mangansuperoxyds, welches man kaufen will, denn bei der Bereitung des Chlors selbst, muß man sich allein durch einfache Beobachtungen leiten lassen, ohne dabei auf die Reinheit des Oxyds besondere Rücksicht zu nehmen.

Wendet man Mangansuperoxyd und Chlornwasserstoffsäure an, so bringt man in die Gefäße 30 bis 40 Kilogr. Salzsäure und 10 bis 12 Kilogr. Braunstein von Romanèche, welche man der Bequemlichkeit wegen mißt. Man muß stets bei dieser Operation einen Überschuss von Braunstein anwenden, welcher nachher wieder durch Abgießen der überstehenden Flüssigkeit getrennt werden kann. Dieses Superoxyd wohl ausgewaschen und getrocknet kann wieder aufs Neue angewendet werden. In vielen Fabriken wird das Manganchlorür noch benutzt, indem dieses Salz in der Rattundruckerei sehr nützlich angewendet wird; häufig wird es aber auch weggeworfen. Um noch Nutzen daraus zu ziehen, muß man dem Rückstand von der ersten Destillation eine Quantität Braunstein hinzufügen, die der zuerst angewandten gleich ist, ferner 8 bis 10 Kil. concentrirte Schwefelsäure und ebenso viel Wasser, und dann die Operation zum zweiten Male wiederholen. Man erhält auf solche Weise eine Quantität Chlor, die der ersten ganz gleich ist.

Es versteht sich, daß man die Schwefelsäure anfangs hinein geben könnte, und man würde dann das Gemenge folgendermassen zusammensetzen: 10 bis 12 Kilogr. Braun-

sein, 4 bis 5 Rthl. Schwefelsäure, eben so viel Wasser und 20 bis 20 Rthl. Chlornasserstoffsaure.

Mit diesem Gabe, wenn man den Braunkstein von Ro-
manche anwendet, wird jedes Stetungsgesäß vier Maßel-
meter Gas geben; sechs Operationen, welche man leicht in
einem Tage machen kann, würden dann hinreichen, um eine
Lase Wasser von dem oben angegebenen Rauminhalt mit
Chlor zu sättigen.

51. **Benutzung.** Das Chlor als Gas, als Auflö-
sung im Wasser oder als Chlorkalk, wofür wie viel Chlor
wirkt, wird heut zu Tage in ungeheuren Quantitäten ange-
wendet. Die glückliche Anwendung, welche Berthollet
davon beim Bleichen des Garus und der Zeuge aus Baum-
wolle, Hanf und Leinen machte, ist allgemein bekannt. Man
wendet es auch zum Bleichen des Lumpenbreies in einigen
Papierfabriken an; es wird ferner gebraucht, um alte Kup-
ferstücke zu bleichen, befleckte Bücher wieder herzustellen, Tün-
chenflecke zu zerstören u. c.; endlich bedient man sich desselben,
mit unermesslichen Nutzen, um die Luft oder die faulenden
Stoffe zu reinigen. Man begreift wohl, daß die Art der
Anwendung nach den Umständen sich abändert; man wird
übrigens jede Art der Benutzung am gehörigen Orte weiter
aneinander gesetzt finden, wollten wir solche hier auführen,
so müßten wir zu weit in das Einzelne eingehen.

Alle Anwendungen des Chlors gründen sich auf die
kräftige Wirkung, welche dieser Körper auf die organischen
Stoffe äußert. Gewöhnlich verwandelt er die Farbstoffe
in eine gelbe oder braune Substanz, welche im Wasser und
den Alkalien auflöslich und sehr schwach gefärbt ist, im Ver-
gleich mit den ursprünglichen Farben. Man kennt noch nicht
die Erzeugnisse seiner Wirkung auf die Miasmen oder in der
Luft verbreiteten Ansteckungstoffe. Es ist nicht unwahrschein-
lich, daß es wirkt, indem es sich selbst in Chlornasserstoff-
säure umwandelt; dies ist wenigstens der Fall bei seiner Ein-
wirkung auf die Farbstoffe und die faulenden Substanzen,
worüber man bereits genauere Untersuchungen anstellen konnte.
Indem es sich also des Wasserstoffs der verschiedenen orga-
nischen Verbindungen bemächtigt, verändert es dieselben,

entfärbt sie fast ganz in dem einen, und benimmt ihnen die schädliche Eigenschaft in dem andern Falle. Es ist sehr wünschenswerth, daß diese verschiedenen Einwirkungen des Chlors sorgfältig untersucht würden.

Chlornwasserstoffsäure.

(Synonyme. Salzsäure, Salzsäure, Kochsalzsäure, Hydrochlorsäure. Lat. Spiritus salis, Acidum maritimum. Franz. Acide hydrochlorique, acide muriatique.)

52. Eigenschaften. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck ist diese Säure stets gasförmig; sie ist farblos. In feuchte Luft gebracht, erzeugt sie weiße Dämpfe, welche von ihrer Einwirkung auf das Wassergas herrühren. Brennende Körper erlöschen in ihr sogleich; sie röthet sehr stark die Lakmuspflanze. Ihre Dichtigkeit als Gas ist 1,227 und die Lichtbrechende Kraft 2,628; sie besitzt einen sehr stechenden Geruch, der so stark ist, daß man nicht ohne Gefahr selbst in kleinster Menge athmen kann. Bei gewöhnlichem Luftdruck kann sie einer Kälte von 50° unter Null ausgesetzt werden, ohne daß ihr Zustand verändert würde; allein Faraday ist es gelungen durch starkes Zusammenbrücken sie tropfbar flüssig zu machen *). Läßt man den elektrischen Funken in wiederholten Malen durch das salzsäure Gas schlagen, so wird es zerlegt in Wasserstoff und Chlor; dagegen verpufft aber umgekehrt auch ein Gemenge von Chlor und Wasserstoff durch die Einwirkung des elektrischen Funken und bildet Chlornwasserstoffsäure. Man ersieht hieraus, daß ein solches Gemenge zu betonniren aufhören würde, wenn man es durch gasförmige Chlornwasserstoffsäure verdünnte.

Diese Säure wirkt weder auf die nichtmetallischen Körper, noch auf die drei letzten Abtheilungen der Metalle; dagegen zeigt sie eine Einwirkung auf die der zweiten und dritten Abtheilung, welche sie stets bei mehr oder weniger höher

*) Welche für die gesammte Naturlehre von ROSEN. I. S. 97.

rer Temperatur zerfallen, indem Wasserstoff frei wird und die Metalle sich mit dem Chlor verbinden.

53. Zusammensetzung. Die Chlormwasserstoffsäure ist aus gleichen Maassen Chlor und Wasserstoff zusammengesetzt, ohne daß eine Verdichtung dieser Gase bei der Verbindung statt fände. Man kann dies auf verschiedene Art beweisen:

1. Indem man unmittelbar das Chlor mit dem Wasserstoff durch den Einfluß des gewöhnlichen Tageslichtes verbindet. Um diesen Versuch sorgfältig anzustellen, wählt man eine Flasche und einen Glasballon, beide von gleichem Inhalte, und paßt den Hals des Letztern genau in den der Flasche ein. Man füllt nun diese mit Wasserstoff und den Ballon mit Chlor, beide ganz trocken, hierauf verbindet man beide Gefäße genau mit einander, verkittet die Fugen und setzt diese Vorrichtung zwei oder drei Tage lang dem Tageslichte aus, ohne die Sonnenstrahlen unmittelbar darauf fallen zu lassen. Die Gase werden sich dann beinahe ganz verbunden haben, und um den Versuch vollends zu beendigen, darf man den Apparat nur einige Minuten lang dem Sonnenlichte unmittelbar aussetzen. Man hat keine Verpuffung zu befürchten, wenn das Gasgemenge vorher fast gänzlich schon entsiebt ist. Man öffnet hierauf den Apparat und findet ihn mit reiner Chlormwasserstoffsäure erfüllt.

2. Wenn man die gasförmige Chlormwasserstoffsäure mittelst Kalium in einer gekrümmten engen Glasglocke über Quecksilber zerlegt. (Taf. 3. Fig. 4.) Hundert Raumtheile des zerlegten Gases geben genau fünfzig Raumtheile Wasserstoff.

3. Indem man in Betracht zieht, daß die halbe Dichtigkeit des Chlors 1,235 addirt zur halben Dichtigkeit des Wasserstoffs 0,0344 die Summe von 1,2694 giebt, die sehr wenig von der Dichtigkeit des Chlormwasserstoffgases verschieden ist, welche von Biot und Arago zu 1,2474 bestimmt worden.

Die Chlormwasserstoffsäure ist demnach zusammengesetzt aus

1 Atom Chlor ist 35,5 und 22,5 mal schwerer als ein großes Wa-

2 Atom Wasserstoff ist 2,016 mal so schwer als ein großes Wa-

3 Atom Chlornasserstoffsäure 22,5 mal so schwer als ein großes Wa-

54. Wirkung des Wassers. Bei einer Tempera-
tur von $+20^{\circ}$ C. und einem Luftdruck von 0,76 m. läßt das Was-
ser das 461 fache seines Volumens oder drei Viertel seines Ge-
wichtes von dem salzsauren Gase auf. Das Wasser steigt in
einem mit diesem Gase. erfüllten Glase mit derselben Gewalt
in die Höhe, wie dies im leeren Raume der Fall ist. Die
Erschütterung ist dabei so stark, daß selbst das Glas zerbre-
chen kann, weshalb bei diesem Versuche stets Vorsicht zu em-
pfehlen ist. Man stellt denselben folgendermaßen an: ein
Zylinderglas wird zwei bis dreimal mit dem Gase über
Quecksilber angefüllt, um alle Luft zu entfernen, welche noch
am Glase hängen könnte. Man bringt hierauf das Zylinders-
glas auf eine etwas Quecksilber enthaltende Untertasse, wel-
che man fest mit einer Hand an die Mündung desselben drückt,
und taucht diese in eine Schüssel mit Wasser, während man
mit der andern in einem Handschuh oder Leinwandzeug einge-
hüllten Hand plötzlich das Glas über das Quecksilber empor-
hebt, so daß das Gas mit dem Wasser in Berührung kommt.
Die Schnelligkeit, mit der das Wasser emporsteigt, ist so groß,
daß man mit dem Auge nicht folgen kann.

Selbst das Eis, in Berührung mit diesem Gase, schmilzt
und absorbiert es sehr rasch.

Das mit Chlornasserstoffsäure gesättigte Wasser besitzt
eine Dichtigkeit von 1,21.

Die folgende von Wm und Davy gefertigte Tafel
bringt das Verhältnis zwischen der Dichtigkeit der wässeri-
gen Salzsäure und ihrem wahren Säuregehalt aus. Die
für den wahren Säuregehalt gegebenen Zahlen beziehen sich
auf 100 Theile flüssige Säure bei der Temperatur von $7,22^{\circ}$
und einem Luftdruck von 0,76 m.

Die folgende Tafel zeigt das Verhältniß zwischen der Dichtigkeit
der wässrigen Salzsäure und ihrem wahren Säuregehalt.

Die folgende Tafel zeigt das Verhältniß zwischen der Dichtigkeit
der wässrigen Salzsäure und ihrem wahren Säuregehalt.

Dichtigkeit.	Säuremenge.	Dichtigkeit.	Säuremenge.	Dichtigkeit.	Säuremenge.
1,21	42,33	1,14	28,28	1,07	14,14
1,20	40,80	1,13	26,26	1,06	12,12
1,19	38,58	1,12	24,24	1,05	10,10
1,18	36,56	1,11	22,22	1,04	8,08
1,17	34,34	1,10	20,20	1,03	6,06
1,16	32,32	1,09	18,18	1,02	4,04
1,15	30,30	1,08	16,16	1,01	2,02

Die wässerige Auflösung der Chlornwasserstoffsäure ist unter dem Namen von Salzsäure, Kochsalzsäure, Meersalzsäure, Salzgeist im Handel bekannt; diese Namen deuten auf ihren Ursprung aus dem Kochsalze oder Meersalze hin, welches zur Bereitung dieses Gases angewendet wird.

Die flüssige concentrirte Chlornwasserstoffsäure muß im reinen Zustande wasserhell, sehr sauer, und selbst ägend seyn und einen stechenden unerträglichen Geruch besitzen; mit der Luft in Berührung gesetzt, muß sie weiße, dicke und stechende Dämpfe verbreiten, die von der Verdichtung des Wassergases in der Luft herrühren, welche das aus dem Gefaße entweichende Chlornwasserstoffgas bewirkt. Diese Eigenschaft verliert sich, wenn die Säure mit viel Wasser verdünnt wird; die Spannkraft des Gases ist dann gänzlich durch die Wirkung des Wassers vernichtet. Das Rauchen kann deshalb als ein Kennzeichen einer concentrirten Säure betrachtet werden.

Wird die Chlornwasserstoffsäure erhitzt, so geräth sie leicht in's Kochen und verliert einen beträchtlichen Theil des Gases; es tritt jedoch ein Zeitpunkt ein, wo die Gasentbindung aufhört, dagegen destillirt nun der Rückstand mit Leichtigkeit über. Man kann auf diese Weise sich für Analysen sehr reine Chlornwasserstoffsäure verschaffen. Man nimmt zu dem Ende die Säure des Handels, welche sehr häufig ist, und destillirt sie aus einer Retorte, die in eine tubulirte Vorlage geht (Taf. 3. Fig. 6.), in welche man eine Röhre einsetzt, welche den Ueberschuß des Gases in den Schornstein leitet. Man darf hierbei nur, um wenigen Gas

in einem größern nöthigen Druck zu bestehen. Da das mit Sulfäure gesättigte schwerere Wasser sehr zu Boden sinkt, so wird durch das reine Wasser sehr getrieben und kommt so unaufhörlich mit der salzsauren Gase in Berührung. Das Gas wird also sehr verdrängt, so lange noch ungesättigtes Wasser vorhanden ist. Die Temperatur steigt bedeutend während der Auflösung, daher muß deshalb die Flasche mit kaltem Wasser kühlen, und dieses sehr häufig erneuert werden, so daß sich immer ein neuer Sulfäure gesättigter Wasser vorfindet, so daß man die Flaschen erst nach dem Gang damit ausfüllen darf. Ein Diagramm geschmolzenes Rochsalz reicht hin, um von Braune Wasser bei einer Temperatur von 15 bis 20 Grad zu sättigen. Es ist zu bemerken, daß es sich nicht leicht findet, die Abänderungen zu verstehen, welche bei der fabrikmäßigen Herstellung eintreten, so daß die Bereitung der Gasen anwendbar zu werden. Diese Fabrikation hat eigentlich erst in neuer Zeit angefangen, wo man sich mit der Bereitung der künstlichen Soda beschäftigte. Man war in die Nothwendigkeit versetzt, sich große Massen von schwefelsaurem Natrum zu verschaffen, um es in künstliche Soda zu verwandeln, was die gleichzeitige Milbung ungeheurer Quantitäten Salzsäure unvermeidlich machte. Die ersten Versuche zur Verdrängung dieses Gases wurden in den Fabriken von Davy in Paris gemacht; man bewirkte die Zerlegung des Rochsalzes durch Schwefelsäure von 55° in großen bleiernen Kesseln, die mit Bleihäuteln bedeckt und verkittet wurden. Das saure Gas, welches sich daraus entband, war genöthigt in 600 Meter langen aus Backsteinen und Thon erbauten Kanälen zu zirkuliren. Es wurde darin durch eine nur einige Millimeter hohe Wasserschicht verdrängt, welche langsam, bei einem Fall von 5 Millimeter auf den Meter, in einer der Strömung des Gases entgegengesetzten Richtung floss; man erhielt auf diese Weise die Salzsäure so concentrirt als möglich, und ziemlich rein an dem, eigen dem Apparate zunächst befindlichen Ende.

des Kanals, während am entgegengesetzten Ende das zur Verdichtung bestimmte Wasser allmählig weniger Salzsäure enthielt und zuletzt beinahe rein war. Dieser Apparat war demnach ziemlich vollkommen, aber die Zersetzung des Kochsalzes konnte nicht in den Bleikesseln vollendet werden, man mußte deßhalb das Gemenge herausnehmen, und in einem Reverberirofen die Operation beendigen; man verlor dadurch die Hälfte der Chlornasserstoffsäure, und die Menge Gas, die sich bei dieser Zersetzung der Masse aus dem Bleikessel in den Ofen entwickelte, wirkte dergestalt nachtheilig auf die Arbeiter, daß es ihnen oft Bluthüsten verursachte.

Nachdem die Anwendung der künstlichen Soda eingeführt worden, wurde der Verbrauch so bedeutend, daß die als Nebenprodukt erhaltene aufgefangene Salzsäure nicht mehr angewendet werden konnte. Man ließ nun das Gas fortgehen; allein die ungeheuren Mengen, welche dadurch in der Atmosphäre verbreitet wurden, waren dem Wachsthum der Pflanzen äußerst schädlich, und selbst noch in großen Entfernungen von den Fabriken, wenn der Rauch, welcher das Gas mit sich fortreißt, durch den Wind auf den Boden herabgedrückt, oder durch Nebel verdichtet wurde. Um diesen Nachtheil vorzubeugen, nöthigte man das Gas in großen unterirdischen Räumen zu zirkuliren, wo es durch Wasserströme verdichtet wurde. Später fand man neue Anwendungen der Chlornasserstoffsäure, so daß es wieder vortheilhaft war, sie aufzusammeln, wozu man auch neue Mittel erfand.

Payen's Methode, sehr gut zur Verdichtung, aber sehr unvollkommen hinsichtlich der Erzeugung des Gases, bietet zwar einige Vortheile dar, wenn man die in den Sodaöfen verlorene Wärme benützen will, um das Gemenge aus Kochsalz und Schwefelsäure zu erhitzen, so wie dies bei dem Schneckenapparate (*l'appareil des bastringues*.) geschieht.

Die Nachtheile dieses Verfahrens sind jedoch so bedeutend, daß man es bald wieder verließ und gegen andere vertauschte, unter welchen man besonders zwei Arten von Apparaten unterscheidet, den mit Kesseln und den mit Zylindern.

Die Kessel- und Zylinderapparate unterscheiden sich von dem genannten nur dadurch, daß das Bleigesäß durch gusseiserne Kessel oder Röhren ersetzt wurde, worin die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Kochsalz statt findet.

Wir wollen diese verschiedenen Apparate beschreiben. In dem Schneckenapparate benützt man die Wärme des Bodafens; man bringt zu dem Ende in der Verlängerung des Bodafens eine Bleipfanne 2 Meter lang, 1,65 Meter breit und 0,33 Meter tief an. Diese Pfanne ist mit gusseisernen Platten bedeckt und so eingemauert, daß diese Platten gleicher Ebene mit dem für die Flamme des Niederdrucks bestimmten Durchgang sind; das Gewölbe des verlängerten Ofens bildet ein zweites Gewölbe über der Pfanne, so daß die Flamme unmittelbar über die Platten hinstreicht, zuletzt aber wieder in dieselbe nämlichen Richtung zurückflammt, dem sie ihren Weg unter der Pfanne nimmt, wo sie theilt und in zwei Zogröhren tritt, welche an den Seiten derselben fortlaufen; zuletzt gelangt sie in den Schornstein.

Die Pfanne ist demnach von allen Seiten der Wirkung eines heißen Luftstroms ausgesetzt. Man bringt das Kochsalz, wovon man gewöhnlich 1200 Kilogr. nimmt, mittelst einer Thüre hinein. Hierauf gießt man von nicht concentrirter Schwefelsäure zu 54° 1520 Kilogr. mittelst einer oben an der Pfanne angebrachten Röhre darauf.

Da die Salzsäure mit Wasserdämpfen gemengt entbindet, so ist es schon hinreichend, sie durch thönene Kühlröhren gehen zu lassen, um sie zu verdichten. Hierbei findet auch der bereits schon bezeichnete Nachtheil statt. Da der Kessel von Blei ist, so kann man ihn nicht stark erhitzen, um die Zersetzung ganz zu vollenden, und übrigens ist es auch erforderlich, daß der Rückstand nicht flüssig bleibe, weil außerdem beim Herausnehmen der trocknen Masse die Pfanne sehr bald verdorben werden würde. Es folgt daraus, daß beim Herausnehmen des Rückstands sich noch salzsaures Gas in Masse entbindet, wodurch die Geschäft für die Arbeiter sehr nachtheilig wird. Übrigens ist die Zersetzung, so wie die Verdichtung, nur unvollständig.

ren und man verliert ein Drittel der Säure, wenn man auch noch so sorgfältig zu Werke geht.

Wir wollen den Kesselapparat nur kurz betrachten. In allen Fällen, wo es die Erreichung ähnlicher Zwecke galt, wurden in den wohleingerichteten Fabriken die Kessel durch Zylinder ersetzt. Bei dieser Art von Apparaten wird entweder Druck angewendet und in dem Falle sind Zusammenhängungen erforderlich, die einfach und leicht lutirt werden können, oder man wendet diese nicht an, wodurch dann sehr großer Verlust entsteht. Dieser einzige Umstand hat die Wahl zwischen Kesseln und Zylindern entschieden, denn man sieht wohl leicht ein, daß letztere weit leichter als die Kessel zu verschließen sind, und bei weitem nicht so nachtheilig für die Arbeiter werden können. Die Kessel sind von Gußeisen und mit einem auswärts gebogenen Rand versehen, auf welchen man einen Bleideckel setzt, der mit Schlußschrauben befestigt ist, und in dem sich die Röhren zur Leitung des Gases und zum Eingießen der concentrirten Schwefelsäure befinden. Man muß deshalb bei jeder Operation die Röhren abnehmen und die Arbeiter, welche unmittelbar auf dem Kessel stehen, werden durch das sich noch entbindende Gas belästigt. Wir können Payen's Meinung nicht theilen, der übrigens einen trefflichen Artikel über die Bereitung dieser Säure geliefert hat, (*Dictionnaire technologique*) und wir betrachten alle diese Verfahrensarten weniger vortheilhaft, als das mit Zylindern.

Bei diesem dagegen wendet man horizontal liegende Zylinder an. An einem Ende derselben ist eine Röhre befestigt, welche das Gas zu leiten bestimmt ist; am andern befindet sich ein beweglicher Boden, den man herausnehmen kann, um das Salz einzubringen, so daß das Einbringen der Stoffe und das Herausnehmen der Rückstände ohne Umstände geschehen kann, und ohne daß man nöthig hat den Kitt der Röhren des Verdichtungsapparates zu berühren. (Taf. 7. Fig. 1 u. 2.)

Die Zylinder haben 1,66 Meter Länge, 0,5 Meter Durchmesser und 0,03 Meter Dicke. Sie müssen mit Sorgfalt

ausgemählt werden, denn die ungleiche Dicke oder sonstige Gussfehler machen sie sehr untauglich.

Diese Zylinder werden an beiden Enden mit gußeisernen Scheiben oder Boden von 3 Centimeter Dicke verschlossen, welche im ganzen Kreidumfang eingefügt sind. Die Scheiben sind außen mit einer im Stück gegossenen Handhabe aus Gußeisen und mit einer Röhrenöffnung, die nach innen abwärts sich neigt, versehen. Bei Aufstellung des Apparates muß dieses Rohr nach oben gekehrt werden, denn auf der einen Seite dient sie um die Säure durch sie hineinzugießen, und auf der andern Seite ist sie bestimmt die gläserne oder thönerne Röhre, welche die Verbindung mit dem Verdichtungsapparat herstellt, aufzunehmen. Die Neigung dieser Öffnungen erleichtert einerseits das Eingießen der Schwefelsäure und macht anderseits das Übergehen derselben schwieriger, so daß während der Destillation weniger davon in die Vorlagen geht. Von den Zylindern werden je zwei in besondere Öfen gelegt, allein diese Öfen, zehen an der Zahl, sind sammtlich durch eine massive Mauer miteinander vereinigt und haben einen gemeinschaftlichen Schornstein. Bei dem Bau der Öfen und dem Einmauern der Zylinder muß vorzüglich darauf geachtet werden, daß diese von der Flamme ringsum berührt werden, damit ihre Ausdehnung gleichförmig und die Temperatur an allen Punkten gleich sey. Die Leitung des Feuers ist übrigens sehr leicht. Man feuert anfangs etwas stark, um das Gemenge zu erhitzen, sobald die Destillation gut im Gange ist, feuert man schwächer, gegen das Ende aber verstärkt man das Feuer, um die Wechselwirkung der Stoffe zu vollenden.

In jedem Zylinder bringt man 80 Kilogram Kochsalz, und nachdem der Boden eingesetzt und wohl verkittet worden, gießt man 64 Kilogr. Schwefelsäure von 66° B. ein, oder besser noch 67 Kilogr. Säure von 64°; die billiger und geeigneter zur Zersetzung des Kochsalzes ist.

58. Von allen Verdichtungsapparaten, welche wir kennen, scheint uns der von P a y e n beschriebene der beste zu seyn. Wir führen hier die Beschreibung dieses erfahrenen Chemikers an.

Der erste Zylinder ist durch eine gekrümmte Röhre mit einer großen mit zwei Zubehörungen versehenen Flasche verbunden, durch welche die nicht verdichtete Gas durch eine gleichfalls gekrümmte Röhre in eine zweite Flasche fließt. Diese zweite Flasche empfängt zugleich das aus dem zweiten Zylinder sich entbindende Gas, und sendet durch eine dritte Zubehörung nach gebogene Röhre das in den beiden ersten Flaschen nicht verdichtete Gas in eine dritte Flasche, welche zu gleicher Zeit das aus dem dritten Zylinder sich entbindende Gas aufnimmt, und so fort bis zur letzten Flasche, welche das allen andern entwichene Gas nebst dem, welches aus dem letzten Zylinder sich entbindet, empfängt. Diese letzte Flasche sendet alles Gas, was in ihr nicht verdichtet wird, in eine zweite, gleichgroße Reihe von Flaschen (zwanzig an der Zahl) wo es aus einer in die andere geht bis zur gänzlichen Verdichtung.

Sehr zweckmäßig ist es, wenn die erste Reihe von Flaschen ganz in Wasser getaucht ist, welches langsam sich erneuert, indem es durch den untern Theil des Wasserbehälters, in welchem jene stehen und zwar am äußersten Ende, wo sich die letzte Flasche befindet, hereinfließt, und am andern Ende aus besagtem Behälter abfließt. In der zweiten Flaschenreihe erhält man die reinste Chlornasserstoffsäure; die in der ersten verdichtete enthält immer etwas Schwefelsäure, bisweilen auch schwefelsaures Natrum und Chloreisen. Alle Flaschen müssen zur Hälfte mit reinem Wasser angefüllt seyn, welches $\frac{2}{3}$ seines Gewichtes Chlornasserstoffsäure verschluckt.

Dieser Verdichtungsapparat ist wenig gekannt, obgleich den meisten derjenigen, welche man gewöhnlich in den Fabriken findet, bei weitem vorzuziehen; er ist weder kostsvoll noch schwer aufzustellen und giebt stets mehr und reiner Säure. Man erhält aus 100 Theilen Rochsalz 130 Salzsaure zu 23 Grad Beaumé oder 1,190 spezif. Gewicht. Es beträgt dies ungefähr 39 Theile wirkliche Säure. Das Rochsalz *), welches die Fabrikanten anwenden, enthält nur

*) Eigentlich ist es das rohe Seesalz oder Baisalz, welches meistens in Frankreich zur Sodafabrikation verwendet wird.

58. Salzsäure, welches als HCl wirkliche Säure entspricht, da man aus H_2O Säure bereiten erhält; so kann dies als ein sehr vortheilhaftes Resultat betrachtet werden, indem es kaum möglich ist, im Großen noch mehr zu erhalten. Das schwefelsaure Natrum, welches nach geendigter Operation zurückbleibt, wird entweder zur Bereitung der Soda oder des Glases verwendet. In beiden Fällen muß es möglichst rein von Kalksalz seyn, und ist es für die Glasfabrik bestimmt, so darf es keinen Säureüberschuß enthalten. Sehr wahrscheinlich ist es wenigstens, daß der freien Schwefelsäure die schnelle Zerstörung der Schmelztiegel zugeföhrt worden muß, worüber sich einige Glasfabrikanten beklagen, seitdem das schwefelsaure Natrum zur Glasbereitung angewendet wird.

Es wurde bereits bemerkt, daß die flüssigere reine Chlorsäure weiß ist; allein dies findet nicht bei der täglichen Luft, diese ist stets gelblich gefärbt von Eisenchlorid was in ihr aufgelöst ist. Außerdem enthält sie häufig Schwefelsäure, was wohl bei Anwendungen beachtet werden muß, wo diese schädlich werden könnte.

Chlorsäure.

(Synonyme. Überoxydirt oder hyperoxydirt Salzsäure. Lat. Acidum chloricum, Acidum oxymuriaticum. Franz. Acide chlorique, Acide muriatique suroxygéné.)

59. Bereitung. Wir haben bereits im Vorbeigehen (44) bemerkt, daß das im Wasser aufgelöste Chlor auf diese Flüssigkeit unter Einfluß des Sonnenlichts wirke, sich in Salzsäure verwandle, indem es einen Theil des Sauerstoffs des Wassers frei macht und sich selbst mit dem andern Theil desselben verbindet, um eine Sauerstoffsäure zu bilden. Lat

*) In den ungeheuren Sodafabriken zu Marseille wird die Salzsäure nicht aufgefangen, sondern in lange, ganz leicht aus Kalksteinen erbaute Schornsteine geleitet, wo sie sich in salzsauren Kalk oder Chlorkalk umwandelt, was in die Erde versinkt, aber in so großer Masse der Vegetation höchst nachtheilig ist. Die Schornsteine laufen schief an den zunächst liegenden Bergen empor, die ihnen zugleich als Grundlage dienen. E

man die in unſerer Einleitung entwickelten Grundſätze wohl aufgefaßt, ſo ſieht man leicht ein, daß die Bildung dieſer letzten Säure durch die Gegenwart einer mächtigen Baſis, wie z. B. des Kaliſ oder des Natrumſ, begünſtigt wird, welche ſich in concentrirten Auflöſungen befinden.

Dieß findet wirklich ſtatt, und auf dieſen Grundſatz ſtützt ſich auch die Bereitung der ehlorſauren Salze und ſolglich der Ehlorſäure. Wir werden ſpäter die Darſtellung des ehlorſauren Kaliſ genauer unterſuchen, und wollen hier deſhalb nur der chemiſchen Grundſätze erwähnen, worauf dieſelbe beruht. Man läßt einen Strom reines Ehlor durch eine concentrirte Auflöſung von Kali ſtreichen, wo ſich dann Ehlorkalium und ehlorſaures Kali bildet, nämlich der Sauerſtoff des Kali, welches ſich in Ehlorkalium verwandelt hat, erzeugt mit einer hinlänglichen Menge Ehlor, Ehlorſäure. Da das ehlorſaure Kali weniger auflöslich iſt als das Ehlorkalium, ſo können beide Salze leicht durch Kryſtalliſation von einander getrennt werden.

Um die Ehlorſäure darzuſtellen, verwandelt man das ehlorſaure Kali in ehlorſauren Baryt. Man löſt hierauf den ehlorſauren Baryt in Waſſer auf, gießt nach und nach verdünnte Schwefelſäure hinzu, biß die Flüſſigkeit weder durch Säure noch durch Baryt ſelbſt getrübt wird, filtrirt und dampft endlich dieſelbe langſam ab, biß ſie eine beinahe öhlartige Beſchaffenheit erlangt hat.

Bei dieſer Bereitung zerſetzt die Schwefelſäure den ehlorſauren Baryt, indem ſchwefelſaurer Baryt zu Boden fällt und Ehlorſäure frei wird, welche ſich ſo innig mit dem Waſſer verbindet, daß es unmöglich iſt, ſie zu trocknen ohne ſie zu zerſetzen.

60. **Eigenſchaften.** Die Ehlorſäure iſt ſtets tropfbar flüſſig, ohne Geruch, farblos und von ſehr ſaurem Geſchmack. Taucht man einen Lakmuſpapierſtreifen in dieſelbe, ſo wird dieſer erſt geröthet, und nach einigen Tagen verſchwindet die Farbe ganz. Nach Bauquelin's Beobachtung wirkt ſie nicht auf die ſchwefelſaure Indigauflöſung. Das Licht verändert ſie nicht, bei gelinder Wärme kann ſie concentrirt werden, wie bereits erwähnt worden. Die Ehlor-

wasserstoffsäure, Schwefelwasserstoffsäure und schweflichte Säure zersetzen dieselbe bei gewöhnlicher Temperatur, und die Erzeugnisse sind: im ersten Falle Wasser, Sauerstoff und Chlor, beim zweiten Wasser, Schwefel und Chlor und im dritten Falle Chlor und Schwefelsäure. Die Salpetersäure wirkt nicht auf die Chlorsäure; mit den Salzbasen vereinigt sie sich zu Salzen, welche, mit Kohle oder Schwefel gemengt, entweder durch den Stoß oder die Wärme lebhaft verpuffen. Sie trübt die Silberauflösung nicht, so wie die Chlormasserstoffsäure, das Chlor oder Chloroxyd, welche eine plötzliche Fällung bewirken; selbst keine Metallauflösung wird durch sie gefällt.

61. Geschichte. Berthollet, dem wir die Entdeckung der chlorsauren Salze verdanken, hatte beobachtet, daß diese Salze eine eigenthümliche Säure enthalten müssen, aber er hatte dieselbe nicht von den Basen, mit welchen sie verbunden war, getrennt; Gay-Lussac war der Erste, der sie im getrennten Zustande darstellte, und wir haben aus seiner Abhandlung (Schweigger, Journal für Chemie und Physik XIV, 79.) beinahe alles genommen, was wir über diesen Gegenstand hier mittheilten.

Die Chlorsäure kommt weder frei noch verbunden in der Natur vor.

62. Zusammensetzung. Gay-Lussac hat sie nach den Produkten bestimmt, welche man bei der Zersetzung des chlorsauren Kalis durch Feuer erhält (18). Da das chlorsaure Salz in der Hitze den Sauerstoff des Kali und den der Säure zugleich verliert, während sich Chlor und Kalium mit einander verbinden, so ergiebt sich daraus, daß 1 Atom chlorsaures Kali 6 At. Sauerstoff und 1 At. Chlorkalium giebt. Letzteres enthält 2 At. Chlor und das Kali enthielt 1 At. Sauerstoff; es muß deshalb die Chlorsäure aus 5 At. Sauerstoff und 2 At. Chlor zusammengesetzt seyn, nämlich:

$$\begin{array}{rcl}
 2 \text{ Atom Chlor} & = & 442,64 \text{ oder } 46,97 \\
 5 \text{ Atom Sauerstoff} & = & 500,00 \quad ; \quad - \quad 53,03 \\
 1 \text{ Atom Chlorsäure} & = & 942,64 \quad 100,00
 \end{array}$$

63. *Benutzung.* Die Chlorsäure fand im reinen Zustande noch keine Anwendung; dagegen mit Kali verbunden bildet sie ein Salz, was sehr häufig angewendet wird, und welches seine Eigenschaften der darin enthaltenen Säure verdankt.

Drydirte Chlorsäure und Chloroxyd.

64. Wir werden diese Verbindungen nur kurz erwähren. Ihre Existenz muß denjenigen Fabrikanten wenigstens bekannt seyn, welche mit chlorsaurem Kali umgehen; denn in vielen Fällen veranlaßt theils ihre plötzliche Erzeugung, theils ihre merkwürdige Eigenschaft, eine nützliche Anwendung des chlorsauren Kalis.

Man unterscheidet zwei Chloroxyde; allein es ist vielleicht möglich, daß nur eines davon existirt. Da es sehr schwierig ist, mit denselben zu operiren und sie rein zu erhalten, so war es bis jetzt noch nicht möglich die darüber obwaltenden Zweifel zu beseitigen. Wir werden bei nachstehenden Betrachtungen nur die Existenz eines Einzigen annehmen, und die uns hierzu bestimmenden Gründe weiter entwickeln.

Die Bildung dessen, welches wir allein annehmen, ist unzertrennlich von der Erzeugung der oxydirten Chlorsäure. Dieses Dryd wurde von Humphry Davy, und die Chlorsäure von dem Grafen Stadion entdeckt. Sie erzeugen sich zugleich jedesmal, wenn chlorsaures Kali durch concentrirte oder nur wenig verdünnte Schwefelsäure zersetzt wird. Dieser Versuch ist jedoch sehr schwierig auszuführen, denn das Chloroxyd ist ein so leicht detonirendes Gas, daß schon die bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf das chlorsaure Kali freiwerdende Wärme hinreicht, um die Verpuffung zu bewerkstelligen. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man etwa 1 oder 2 Gran chlorsaures Kali auf einen Stein legt und einige Tropfen concentrirte Schwefelsäure darauf gießt. Es entbindet sich sogleich ein grünliches Gas, nämlich Chloroxyd, indem man ein starkes Knistern hört und das Gemenge wird zugleich, und zwar mit desto größerer Ge-

• walt umhergeworfen, als man mit größern Massen operiert hat.

Um so viel als möglich die Gefahr, welche diesen Versuch begleitet, zu vermindern, muß man Schwefelsäure anwenden, welche mit der Hälfte ihres Gewichtes Wasser verdünnt ist. Man nimmt das chloresaurer Kali in Pulverform und bildet einen Teig, indem man es mit dieser Säure, welche man zuvor erkalten ließ, zusammen reibt. Diese teigartige Masse wird nun in eine Glasröhre von 1 Zoll Durchmesser und 6 Zoll Länge gebracht, an deren Öffnung man einen Korkstöpsel mit einer kleinen gebogenen Röhre von 2 Millimeter Durchmesser einsetzt. Man füllt die große Röhre beinahe bis an den Stöpsel mit der Masse an, um den leeren Raum so zu vermindern, daß das Gas, welches sich darin ansammeln könnte, nie eine gewaltsame Detonation verursachen kann. Die große Röhre muß fast senkrecht gestellt und in ein mit Wasser gefülltes Gefäß getaucht werden; die kleine Röhre muß in Quecksilber gehen, wenn man das Gas ganz, oder in Wasser, wenn man es nur zum Theil auffangen will. Hat man diese Vorrichtung getroffen, so erwärmt man das Wasser, in welches man die große Röhre getaucht hat, und bald entbindet sich das Chlorsäureoxyd an der Stelle, wo die kleine Röhre in das Wasser taucht. Wenn die Entbindung aufgehört hat, so findet man in der Röhre eine Salzmasse, die aus schwefelsaurem, chloresaurem und oxydirt-chloresaurem Kali besteht.

Das Chloroxydgas besteht aus $\frac{1}{2}$ Maass Chlor und 1 Maass Sauerstoff, welche sich in 1 Maass verdichtet haben. Die oxydirte Chlorsäure enthält 2 Maass Chlor und 7 Maass Sauerstoff.

Da die Chlorsäure aus 2 Maass Chlor und 5 Maass Sauerstoff. zusammengesetzt ist, so geht daraus hervor, daß sie unter Einfluß der Schwefelsäure auf folgende Weise sich zerlegt:

Ungelagerte Atome.

1701 1.5 chloroauric Kali 4591.65

2. wasserfreie Schwefelsäure 1002,52

Hervorgebrachte Atome.

8 Chlororyd 1608,28

1 oxydirt-chlorsaures Kali 1730,55

2 schwefelsaures Kali . 2178,14

Wir wollen nur kurz erwähnen, was über die Eigenschaften dieser zwei neuen Körper bekannt ist.

65. Das Chlororyd ist bei gewöhnlichem Luftdrucke gasförmig und wird unter stärkerem Drucke zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Seine Farbe ist grünlich; seine Dichtigkeit muß gleich der des Sauerstoffs und der halben Dichtigkeit des Chlors zusammen genommen seyn, nämlich 2,115. Es riecht gewurzhaft und hat keine Ähnlichkeit mit dem Geruche des Chlors. Die Lakmuskinktur zerstört es, ohne sie vorher zu röthen. Bei einer Temperatur von 100° detonirt es plötzlich, indem es sich in Chlor und Sauerstoff verwandelt. In Berührung mit Phosphor detonirt es so gleich und es bildet sich ohne Zweifel Phosphorsäure und Chlorchlorphosphor. Die meisten übrigen Körper wirken nur bei einer höhern Temperatur auf dasselbe; die daraus hervorgehenden Produkte sind leicht vorher zu bestimmen. Das Zink allein bietet besondere Resultate dar, deren wir bald erwähnen werden.

Das Wasser verschluckt dieses Gas schnell, färbt sich gelb und erhält dadurch einen zusammenziehenden und ätzenden sehr unangenehmen Geschmack.

66. Die Bereitung der oxydirten Chlorsäure ist sehr einfach: Man nimmt den salzigen Rückstand der vorhergehenden Operation, oder noch besser den Rückstand einer ähnlichen Operation, welche man in einer Abdampfschale vorgenommen hat, um eine größere Menge auf eine gefahrlose Weise zu erhalten, indem man jedoch hierbei das sich entbindende Gas verliert. Der Rückstand, wie bereits erwähnt worden, enthält schwefelsaures, chlorsaures und oxydirt-chlorsaures Kali. Man kann durch Hinzufügen von etwas verdünnter Schwefelsäure das chlorsaure Salz fast gänzlich zerstören, wenn man das Gemenge umrührt, indem es einige Augenblicke in einer Temperatur von 90° erhalten wird. Die zurückbleibende Masse ist sehr sauer und da das saure schwe-

felsaure Kali viel auflöslicher ist, als das oxydirt-chlorsaure Salz, so darf man nur etwas Wasser zufügen, und das Ganze auf ein Filter bringen und so lange waschen, bis das Waschwasser nicht mehr Lakmuspapier röthet; das oxydirte chlorsaure Kali bleibt nun fast ganz auf dem Filter zurück. 100 Theile chlorsaures Kali sollten ungefähr 37 Theile von diesem Salze geben, allein man erhält nur 28 Theile. Der Verlust ist, wenn man das oft wiederholte nöthige Ausfüßen mit in Betracht zieht, nicht bedeutend.

Aus dem oxydirt-chlorsauren Kali läßt sich äußerst leicht die Säure abscheiden. Man mengt zu dem Ende 1 Theil desselben mit $\frac{1}{4}$ Theil Schwefelsäure, die zuvor mit $\frac{1}{4}$ ihres Gewichtes Wasser verdünnt worden. Das Gemenge wird in eine Glasretorte gebracht und destillirt, indem man die Temperatur bis auf 140° C. erhöht. Die oxydirte Chlorsäure entbindet sich in Form weißer Dämpfe, welche sich zu einer farblosen Flüssigkeit in der an die Retorte angebrachten Vorlage verdichten. Diese Säure ist jedoch nicht rein, sondern enthält Schwefelsäure und Chlornwasserstoffsäure. Um diese davon zu trennen, behandelt man die Flüssigkeit mit Baryt und Silberoxyd in angemessener Menge, welche sich der beiden letztern Säuren bemächtigen. Es würde einfacher seyn, die Salzsäure mittelst schwefelsaurem Silber zu trennen, welches unauflösliches Chlorsilber bilden würde, während sich die darin befindliche Schwefelsäure mit der in der Flüssigkeit schon vorhandenen vereinigen würde. Man könnte diese sodann durch kohlensaures Blei oder Bleioxyd, welches man im Ueberschuß zufügt, fortschaffen. Es bildete sich dabei unauflösliches schwefelsaures Blei und die filtrirte Flüssigkeit würde dann ein Gemenge von oxydirt chlorsaurem Blei und oxydirt Chlorsäure seyn. Das Bleioxyd könnte daraus mittelst Schwefelwasserstoff abgeschieden werden, wobei sich Wasser und unlösliches Schwefelblei bilden würde. Durch Filtriren bekäme man die reine Säure, die man, um sie zu concentriren, unter die Luftpumpe mit einem Schwefelsäure haltenden Gefäße bringen würde.

67. Diese Säure ist ohne Farbe und Geruch, sie röthet das Lakmuspapier ohne seine Farbe zu zerstören. Con-

durch dieselbe, was auch bei der Chlorsaure der Fall
ist, Chlornasserstoffsäure und Chloroxyd dagegen
eigentlich die Silbersalzauslösungen. Das oxydirt
Kali endlich, das einzige Salz, welches von dieser
untersucht worden ist, unterscheidet sich wesentlich
von anderen Kali, indem es nur schwer und schwach mit
in Stücken detonirt, welche mit dem letztern so
starke Detonationen erzeugen.

Man zerlegt diese Säure, indem man das oxydirt-
e Kali, gleichwie bei Zerlegung der Chlorsaure, der
Hitze des Feuers aussetzt. Es erzeugt sich auch Chlor-
wasserstoff.

Viele Chemiker nehmen an, daß man noch ein
Chloroxyd erhält, wenn man chloresaures Kali durch
Zinn behandelt. Der Apparat ist derselbe, wie bei der
Vereitung des abgehandelten Chloroxyds beschrieben;
dieselbe Operation wird auf dieselbe Weise ausgeführt, nur mit
der Abänderung, daß man die Schwefelsäure durch Chlor-
wasserstoffsäure von ungefähr 1,10 specif. Gewicht ersetzt. Es
entsteht ein ähnliches Gas, wie das bereits betrachtete,
es besteht aber aus einer Mischung von Chlor und Chloroxyd zu
gleich.

Wird dieses Gas mit Wasser in Berührung gebracht,
so wird ein Theil davon auf und Chlor bleibt zurück; diese
Lösung besitzt ganz die Eigenschaften einer Auflösung von
Chlor. Auch hier wird Chlorwasserstoff in der That erhalten.

Chlor erhalten, wenn man einen Überschuss von Chlormwasser-
 stoffsäure anwendet. Aber wie kommt es, daß, indem
 über Quecksilber operirt, was gewöhnlich der Fall ist, das
 Chlor nicht durch dieses Metall absorbirt wird? Die
 Sache, welcher man bei diesen Versuchen ausgesetzt ist, er-
 regt die Ungewißheit, welche in dieser Hinsicht noch herrscht.
 Wesentlich bemerken wir noch, daß diese Dryde mit A-
 ctivität betonniren, nicht allein bei mäßiger Erhöhung der Tem-
 peratur, sondern auch von selbst, entweder indem man sie
 in ein anderes Gefäß bringt, oder während man sie aufsteht.
 Ja sogar, und davon war ich mehrmals Zeuge, wenn
 sie sich selbst überläßt und scheinbar nichts das Gleichgewicht
 ihrer Theilchen stört. Die Detonnationen sind sehr heftig,
 Gase leuchten, und die Gefäße, die beinahe immer zerbrechen
 werden, weit häufiger beschleudert.

— Bromwasserstoffsäure. — Bromsäure. — Chlorbrom. —

Das Brom ist eine in jeder Beziehung sehr merkwürdige Substanz, sowohl hinsichtlich seiner Eigenschaften, als in Bezug auf die Art seiner Entdeckung. Noch war keinem bekannt, was auf das Daseyn dieses Körpers schließen lassen, als es Balard in Montpellier zuerst, und scharfsinnig angestellte Untersuchungen es nicht nur aus den Mutterlaugen der Salzgruben, sondern auch seine Eigenschaften so vollständig entdeckten, daß andern Chemikern hierin wenig mehr zu thun blieb. Das Brom reiht sich offenbar zwischen Chlor und Jod, denn in seinem Verhalten zeigt es die größte Aehnlichkeit mit diesen beiden Stoffen und merkwürdiger Weise auch geologisch zwischen diesen drei Körpern ein Zusammenhang statt zu finden, indem man neuerdings das Brom in den Rückständen der Salzsolen entdeckt. Alles was wir davon sagen können ist aus Balards Entdeckung entlehnt. (Kasner's Archiv f. d. g. Naturl. X. S. 231. u. f.)

Brom.

1. Eigenschaften. Das Brom erscheint als eine dunkle Flüssigkeit, wenn man es in Masse und bei zu-
~~nehmender Wärme betrachtet, so nimmt man bemerken~~

Chlor * Sein Geschmack ist überaus stark: Es greift die organischen Stoffe an, z. B. Holz, Kork u. s. w. und namentlich die Haut, welche es zerfrisst indem es sie stark gelb färbt. Diese Farbe, weniger intensiv als die, welche das Jod erzeugt, verschwindet wie letzteres nach Verlauf einiger Zeit, aber wenn die Berührung damit längere Zeit dauerte, verliert sie sich nur dann, wenn die Oberhaut selbst zerstört ist. Seine Wirkung auf die Thiere ist mächtig. Ein Tropfen davon in den Schnabel eines Vogels gebracht, reicht hin um diesen zu tödten.

Das specif. Gewicht des Broms beträgt 2,966. Nach Balard widersteht es ohne zu gefrieren einer Temperatur von -18° C., jedoch nach Gerullas wird es um diese Temperatur hin oder höchstens bei -20° C. plötzlich fest und sehr spröde. *) Es verflüchtigt sich leicht und diese große Flüchtigkeit, steht gegen sein specif. Gewicht auffallend ab. Man bedarf nur eines Tropfens Brom, um den inneren Raum irgend eines Gefäßes augenblicklich mit einem dunkelröthlichen Dampfe zu erfüllen, der wegen seiner Farbe mit dem der salpetrichen Säure verwechselt werden könnte, wenn er nicht durch eine Menge anderer Eigenschaften davon unterschiede. Bei einer Temperatur von 47° C. geräth es ins Kochen. Die Rothglühhitze äußert keine Wirkung auf diesen Stoff. In trockenem Zustande ist er ein sehr schlechter Leiter der Electricität. Sein Dampf löscht brennende Körper; aber gleichwohl brennen Kerzen in einer solchen Atmosphäre, wie im Chlor, mit einer unten grünen und oben rothen Flamme.

Das Brom ist im Wasser etwas auflöslich, mehr im Alcohol und am meisten im Aether. Concentrirte Schwefelsäure nimmt nur ganz geringe Antheile davon auf und da sie viel leichter ist als Brom, so kann man sich ihrer bedienen, um dieses in schlecht verschlossenen Gefäßen aufzubewahren, da die überschwimmende Säure seine Verdampfung hindert. Obwohl greift es langsam an; es röthet die Lakmuspapier

*) Nach Liebig (Jahrbuch der Chemie und Physik 1. 102.) erstarrt das Brom bei -25° C.; er fand dasselbe blättrig krystallisirt und an mehreren Stellen von bleigrauem metallischem Ansehen; bei 12° C. war es größtentheils noch nicht geschmolzen.

er, aber zerstört sie schnell wie das Chlor und entfärbt auf die Weise die Lösung des Indigs in Schwefelsäure.

1. **Vorbereitungsort.** Man kann zweierlei Verfahren anwenden. Ersteres besteht darin, die Mutterlauge der Salze, worauf man vorher Chlor einwirken ließ, zu verdampfen und die im Augenblicke des Kochens übergehenden Dämpfe durch ein erkaltendes Gemische zu verflüchtigen. Die Mutterlauge, die man dazu benutzt, enthält Brommagnesium, welches durch das Chlor zerlegt wird. Es setzt sich Chlormagnesium und das Brom wird frei.

Man erhält durch dieses langsam ausführbare Verfahren nur wenig und unreines Brom. Balard überzeugte sich, daß es in diesem Falle beständig mit einer dreifachen Mischung von Wasserstoff, Kohle und Brom, die ihrer Natur nach Ähnlichkeit mit dem Chlorkohlenwasserstoff hatte, gesättigt war. Erater verzichtete er auf diese Bereitungsart, weil er fand, daß es zu diesem Behufe eine viel leichter ausführbare Methode fand, welche bei weitem reineres Brom und in viel größerer Menge lieferte.

Zweite Bereitungsart besteht in Folgenden: nachdem man einen Strom von Chlor durch die Salzmutterlauge geleitet hat, um das Brom frei zu machen, füllt man das Gefäß, worin sie sich befindet, gänzlich mit Schwefeläther, stellt sodann stark, damit beide Flüssigkeiten sich vermengen, und läßt sie nachher einige Augenblicke in Ruhe, um die Trennung zu befördern; der Äther sehr schon hyacinthfarben schwimmt oben, während die entfärbte Salzmutterlauge, statt des heftigen und reizenden Geruches von Chlor, jetzt nur angenehm nach Äther riecht, den sie aufgeschwemmt hat.

Der gefärbte Äther (eine wirkliche ätherische Auflösung des Broms) verliert Farbe und widrigen Geruch, sobald man mit einer alkalischen Substanz, namentlich mit Aetzkalium, versetzt. Dieses faugt das Brom ein, und durch die auf folgende Behandlung der gelben Salzmutterlauge mit Äther und des gefärbten Äthers mit Kali, gelingt es, das Brom, das sich in einer bedeutenden Wassermasse enthalten, an eine geringe Menge dieses Alkalis zu binden.

Das Kali verliert nach und nach alle seine alkalischen Eigenschaften, verwandelt sich in ziemlich unlösliches bromsaures Kali und in sehr unlösliches Bromkalium, das durch Abbrauchen der Flüssigkeit in Würfeln krystallisirt. Diese Krystallwürfel sind es, welche man zur Gewinnung des Broms mit Vortheil benutzt.

Man pulvert sie zu diesem Endzwecke, mischt das Pulver mit gereinigtem Mangansuperoxyd, bringt das Gemenge in einen kleinen Destillirapparat und übergießt es mit Schwefelsäure, die man durch ihr halbes Gewicht Wasser verdünnt hat.

Diese Säure, welche mit den Krystallen allein in Berührung gebracht, oder auch, wenn man sie in sehr concentrirtem Zustande auf das erwähnte Gemenge hätte einwirken lassen, nur weiße Dämpfe und sehr wenig Brom entwickelt haben würde, erzeugt in obigem Falle rothe Dämpfe, die sich zu Bromtropfen verdichten und gesammelt werden können, wenn man den Hals der Retorte auf den Boden einer kleinen mit kaltem Wasser angefüllten Vorlage taucht. Der Theil des Broms, welcher in Dämpfen ankommt, löst sich im Wasser auf; was aber davon schon im Halse der Retorte in Tropfenform verdichtet wird, fällt vermöge seines großen spez. Gewichtes auf den Boden des Gefäßes. Wie stark auch immerhin die Verwandtschaft des Wassers zu diesem Körper ist, so sättigt sich doch bald die flüssige Schicht, welche ihn umgiebt und indem sie ihn von allen Seiten umhüllt, schützt sie ihn vor der auflösenden Kraft der oberen Schichten. Um das Brom dann sehr rein zu bekommen, braucht man es nur abzugießen und ihm durch Destillation über Chlorcalcium das Wasser, welches es noch zurückhalten könnte, zu entziehen.

Wir wollen die Theorie dieser Bereitungsart kurz wiederholen. Das Brom befindet sich in der Mutterlauge als Brommagnesium. Das Chlor, welches man durch sie streichen läßt, bemächtigt sich des Magnesiums und macht das Brom frei; dieses bleibt im Wasser aufgelöst; aber da es in Schwefeläther weit auflöslicher ist, als im Wasser, so muß begreiflicher Weise, indem man die wässerige Lösung mit Äther

läßt, dieser dem Wasser alles Brom entziehen. Auf der andern Seite giebt wiederum der Aether dasselbe ab, indem es mit einer Auflösung von Kali in Berührung setzt, worin das Brom in sehr lösliches Bromkalium und in weiches bromsaures Kali umändert. Endlich erleidet nach Abdampfen gesammelte, und mit dem Gemenge von reinem und verdünnter Schwefelsäure behandelte Brom, ganz ähnliche Veränderungen wie das Chlornatrium, wie bei Bereitung des Chlors gesprochen wurde. Theoretisch sind Berechnung sind einander ähnlich, wenn man nur die Componente des Bromkaliums, Broms und Schwefelsäure an die Stelle derjenigen des Chlornatriums, und verdünnte Schwefelsäuren Natrons setzt. (45. u. 46.) *).

Bromwasserstoffsäure.

Lat. *Hydrobromsäure*. Lat. *Acidum hydrobromicum*. Franz. *Acide hydrobromique*.)

Die Säure ist einerseits der Chlornasserstoffsäure ähnlich und nähert sich aber anderseits der Jodwasserstoffsäure; so daß eine Vergleichung zwischen den Eigenschaften dieser drei Körper dieselben auf eine bestimmte Art zu ordnen gestattet.

Wir befranken uns hier auf die Angabe der Grundzüge ihrer Ähnlichkeit oder Verschiedenheit, indem wir uns vorbehalten, später auf diesen Gegenstand zurückzukommen, wo sich Gelegenheit hierzu darbietet.

Brom und Wasserstoff verbinden sich geradezu nur wenig. Die Verbindung scheint nicht mit hinreichender Entwicklung vor sich zu gehen, um, sobald die Einwirkung auf einem Punkte begonnen hat, eine Detonation herbeizuführen, beider Körper möglich zu machen. Balard hat ein Gemenge von Wasserstoff und Bromdampf nur allmählich in Bromwasserstoffsäure verwandelt, indem er den brennenden Körper im Innern des Gefäßes hin und her bewegte. Die Verbindung ließe sich demnach bewerk-

*. Ex Schmeidte'sche Apotheke in Krennach verkauft die Unze Brom zu 2 Thlr. die Unze Bromkalium zu 1 Thlr. 4 ggr.

stelligen, wenn man das Gemenge von Brom und Wasserstoff durch eine glühende Röhre leitete.

Das Sonnenlicht äußert keinen Einfluß auf das Gemenge.

73. **Bereitungsart.** Wenn eine Bromverbindung mit einem Alkalimetall z. B. Bromkalium mit concentrirter Schwefelsäure behandelt wird, so entbindet sich ein saures Gas; welches die Bromwasserstoffsäure ist, deren Bildung durch die nämlichen Umstände bestimmt wird, welche die Entwicklung der oben betrachteten Chlormwasserstoffsäure bedingen. Aber in diesem Falle ist die Bromwasserstoffsäure nicht rein, sondern von etwas schwefelichter Säure begleitet, die dadurch entsteht, daß ein Theil der Schwefelsäure durch die Bromwasserstoffsäure selbst zersetzt wird, wodurch zugleich etwas Brom frei wird und Wasser sich bildet. Da endlich die Bromverbindungen häufig durch Kochsalz verunreinigt sind, so folgt, daß sich außerdem etwas Chlormwasserstoffsäure entbindet. Durch das angegebene Verfahren überzeugt man sich also nur von dem Daseyn der Bromwasserstoffsäure, ohne jedoch dadurch im Stande zu seyn, sie rein zu erhalten.

Hierzu gelangt man auf einem andern Wege, ähnlich denjenigen, dessen man sich bereits zur Darstellung der Jodwasserstoffsäure bedient hatte.

Dieses Verfahren besteht darin, Wasser, Phosphor und Brom in angemessenen Verhältnissen zusammen zu bringen. Es erzeugt sich phosphorige oder Phosphorsäure, die zurückgehalten wird, und Bromwasserstoffsäure, die sich entwickelt.

74. **Eigenschaften.** Die Bromwasserstoffsäure ist ein farbloses Gas, raucht an der Luft, von sehr saurem, stechenden Geschmack und höchst auflöslich im Wasser. Ihre Auflösung in dieser Flüssigkeit geht mit merklicher Temperaturerhöhung vor sich. Die Flüssigkeit nimmt an Dichtigkeit zu und wird an der Luft rauchend. Brom löst sich leicht und in großer Menge in flüssiger Bromwasserstoffsäure auf, was dieselbe der Jodwasserstoffsäure näher stellt und sie im Gegentheile von Chlormwasserstoffsäure entfernt. Bromwasserstoffsäure wird bei erhöhter Temperatur durch Sauerstoff

zerlegt, worin sie der Chlormwasserstoffsäure *) gleicht; ausserdem zerlegt aber Brom bei erhöhter Temperatur auch das Wasser, und darin kommt es mit dem Jod überein.

Ätler zerlegt die Bromwasserstoffsäure schnell; es setzt Brom oder Chlorbrom ab und es bildet sich Chlormwasserstoffsäure. Durch Salpetersäure wird sie gleichfalls zerlegt und in der Flüssigkeit bleibt Brom und salpetrichte Säure zurück. Es ist dies eine Art von Königswasser. Schwefelsäure wirkt gleichfalls zerstörend auf sie ein, aber ihre Wirkung ist viel schwächer; es entsteht Brom und schweflichte Säure. Bromwasserstoffsäure verhält sich zu den Dryden wie Chlormwasserstoffsäure und von Seite der Metalle macht sie ähnliche aber leichter vor sich gehende Zersetzung.

15. Zusammensetzung. Sie besteht aus 1 Maass Bromdampf und 1 Maass Wasserstoff, die ohne Verdichtung verbunden sind. Man beweist dies ebenso wie bei der Chlor- und Jodwasserstoffsäure. Sie enthält also

1 M. Brom	466,40 oder auch	98,68
1 M. Wasserstoff	6,24	1,32
2 M. Bromwasserstoffsäure	472,64	100,00

Bromsäure.

(Synonyme. Lat. Acidum bromicum; Franz. Acide bromique.)

6. Bereitungsart. Wenn man Brom mit hinreichend concentrirter Kalilösung schüttelt, bilden sich zwei verschiedene Verbindungen. Man erhält eine Auflösung von Bromkalium und auf den Boden des Gefäßes fällt ein weißes krystallinisches Pulver ab, das auf glühenden Kohlen wie Salpeter verpufft und durch die Hitze in Verbindung von Sauerstoffgas in Bromkalium verwandelt wird. Dies ist bromsaures Kali.

* Man kann Sauerstoff in eine Auflösung von Chlormwasserstoff und sodann mit der Säure gesättigte Gas durch glühende Porzellanröhren leiten, dann man Chlor in bedeutender Menge erzeugen. Es ist demnach nicht unannehmlich, daß auch Bromwasserstoffsäure durch Sauerstoff zerlegt wird. G.

Das bromsaure Kali ist im Alkohol nur wenig löslich, in siedendem Wasser löst es sich in bedeutender Menge auf und krystallisirt daraus beim Erkalten in Nadeln. Läßt man es durch Verbunstung krystallisiren, so erhält man krystallinische Blättchen von mattem Ansehen.

Das bromsaure Kali zeigt eine Eigenschaft, welche die chlorsauren Salze nicht besitzen, die man aber in hohem Grade bei den jodsauren wiederfindet. Seine Säure zersetzt sich bei der Berührung mit wasserstoffhaltigen Körpern gerade als ob sie frei wäre; daher wirken Schwefelwasserstoff, Brom- und Chlornwasserstoff dergestalt auf bromsaures Kali ein, daß in den zwei ersten Fällen eine Entwicklung von Brom, in dem letzten eine Verbindung von Chlor mit Brom hervorgebracht wird.

Auch schweflichte Säure zersetzt das bromsaure Kali, indem Brom frei wird; ob hierbei zuerst Wasser zerlegt wird, oder ob die schweflichte Säure unmittelbar den Sauerstoff der Bromsäure anzieht, ist schwer zu entscheiden.

Das bromsaure Kali kann man noch auf eine andere Art bereiten. Man darf z. B. nur Brom mit Chlor vereinigen und die wässerige Auflösung dieser Verbindung mit Kali in Berührung bringen, um augenblicklich, durch Zersetzung des Wassers *), bromsaures Kali und Chlorkalium zu erzeugen; beide Salze sind wegen ihrer verschiedenen Auflöslichkeit leicht von einander zu scheiden.

Balard benutzte dieses Verfahren zur Darstellung des bromsauren Baryts, welchen er in nadelförmigen, in heißem Wasser auflösliehen, in kaltem wenig auflösbaren Krystallen erhielt. Auf glühenden Kohlen verpuffen sie mit grüner Flamme.

Gießt man verdünnte Schwefelsäure in eine wässerige Lösung von bromsauren Baryt, so daß die ganze Menge der Basis abgeschieden wird; so bekommt man eine Flüssigkeit, die eine verdünnte Auflösung von Bromsäure ist.

*) Einfacher möchte wohl diese Wechselwirkung zu erklären seyn, wenn man annimmt, daß das Chlor sich des Kaliums aus einem Theil des vorhandenen Kalis bemächtigt und der freierwerdende Sauerstoff das Brom säuert, welches nun als Bromsäure mit dem andern Theile Kali bromsaures Kali bildet. G.

77. Eigenschaften. Durch allmähliche Verdampfung kann man den größeren Theil des Wassers, womit die Bromsäure vermischt ist, wegschaffen. Sie erlangt dadurch eine syrupartige Consistenz. Erhöht man noch mehr die Temperatur, um den ganzen Wassergehalt zu verjagen, so verflüchtigt sich ein Theil derselben, und der andere wird in Brom und Sauerstoff zerlegt.

Dasselbe scheint auch statt zu finden, wenn man die Flüssigkeit im luftleeren Räume mit Beihülfe der Schwefelsäure verdampft. Das Wasser scheint also zum Bestehen der Bromsäure nothwendig zu seyn.

Diese Säure röthet anfangs sehr stark das Lakmuspapier, entfärbt es aber dann nach kurzer Zeit. Sie ist fast geruchlos, ihr Geschmack ist sehr sauer, aber durchaus nicht ätzend.

Salpetersäure und Schwefelsäure wirken chemisch nicht auf dieselbe. Zwar bewirkt letztere im concentrirten Zustande ein Aufbrausen, das vermuthlich einer Entbindung von Sauerstoff zuschreiben ist, und scheidet Brom aus; aber diese Wirkung scheint von der erhöhten Temperatur herzuführen, welche die Schwefelsäure hervorbringt, oder vielleicht auch, weil sie das Wasser der Bromsäure an sich zieht; denn sie tritt nicht ein, sobald die Schwefelsäure verdünnt ist.

Dagegen die Wasserstoffsäuren, eben so wie diejenigen Säuren, welche nicht mit Sauerstoff gesättigt sind, äußern auf Bromsäure einen mächtigen Einfluß. Schweflichte Säure, Schwefel-Brom-Jod- und Chlornwasserstoffsäure zerlegen sie und die beiden letzteren bilden damit Wasser und Verbindungen von Brom mit Chlor oder Jod. Diese verschiedenen Säuren mit Basen vereinigt, verhalten sich eben so gegen Bromsäure.

Bromsäure giebt mit Silbersalzen einen weißen pulverförmigen Niederschlag, der wahrscheinlich bromsaures Silber ist. Sie fällt auf gleiche Weise concentrirte Auflösungen der Bleisalze; aber die Verbindung, welche in diesem Falle erhalten wurde, löst sich bei Hinzufügung von etwas Wasser auf und unterscheidet sich hierdurch von derjenigen, welche

die Brommetalle in Auflösungen derselben Metallsalze hervorbringen.

76. In salpetersaurem Quecksilberoxydul bewirkt sie wie das bromsaure Kali einen weißen Niederschlag.

Die Eigenschaften der Bromsäure kommen sowohl denen der Chlorsäure, wie denen der Jodsäure sehr nahe; aber die Unmöglichkeit, sie ihres Wassers gänzlich zu berauben, und, ohne sie wenigstens theilweise zu zerlegen, ihre Temperatur bis zum Siedpunkte zu erheben, macht sie der Chlorsäure bei weitem ähnlicher und beweist, daß sie ihren Sauerstoff viel schwächer gebunden hält, als die Jodsäure.

78. Zusammensetzung. Die Chlorsäure ist zusammengesetzt aus:

2 At. Brom	932,80	oder	66,10
5 At. Sauerstoff	500,00		34,90
1 At. Bromsäure	1432,80		100,00

Man beweist dieß durch Zerlegung des bromsauren Kalis in der Hitze. Es verwandelt sich in Bromkalium und Sauerstoff. Die Rechnung stimmt ganz mit der bei dem chlorsauren Kali gebrauchten überein. (62.)

Chlorbrom.

79. Das Brom verbindet sich mit Chlor bei gewöhnlicher Temperatur. Die Verbindung wird erhalten, indem man Chlorgas durch Brom leitet und die sich entwickelnden Dämpfe durch eine kältemachende Mischung verflüchtigt.

Chlorbrom ist eine gelb-röthliche viel weniger dunkle Flüssigkeit als das Brom selbst; sein Geruch ist stark durchdringend und Augenbrennend bis zu Thränen reizend, sein Geschmack aberaus scharf. Es ist sehr flüchtig, und höchst flüchtig. Die dunkelgelbe Farbe seiner Dämpfe ähnelt der der Chloryde und hat nicht die geringste Ähnlichkeit mit der rothen Farbe des Bromdampfes.

Die Metalle verbrennt es und erzeugt vermuthlich Chlor- und Brommetalle mit denselben.

Das Chlorbrom ist im Wasser auflöslich. Die hieraus entstehende Flüssigkeit besitzt Farbe und Geruch der Verbindung und färbt sehr schnell das Lakmuspapier,

ohne es zu röthen. Chlorbrom kann sich folglich im Wasser auflösen, ohne seine Beschaffenheit zu ändern.

Dagegen zerfällt es diese Flüssigkeit bei Mitwirkung alkalischer Substanzen. Kali, Natron oder Baryt in eine Auflösung von Chlorbrom gegossen, bilden Chlormetalle und bromsaure Salze, eine Eigenschaft, die man bei dem Chlorjod wieder findet und welche zeigt, daß in der That das Chlor mehr Verwandtschaft zum Wasserstoff besitzt, als das Brom.



Capitel V.

**Jod. — Jodwasserstoffsäure. — Jodsäure.
Chlorjod. — Bromjod.**

Jod.

(Synonyme. Jodine. Franz. Jode.)

80. Der einfache Körper, dem man wegen der seinen violetten Farbe seines Dampfes den Namen Jod ertheilt, wurde im Jahr 1811 von Courtois, einem Salpetermineralen zu Paris, entdeckt. Seine chemischen Eigenschaften wurden zuerst von Clement untersucht; allein wir verdanken eigentlich Gay-Lussac eine vollständige Untersuchung dieses Stoffes. (Schweig. Journ. 13. S. 384. und 14. S. auch Gilb. Ann. 49. S. 1. und 211). Die Arbeit dieses berühmten Chemikers wird lange Zeit als Muster dienen, wegen jener bewundernswürdigen Genauigkeit im Eingehen und des philosophischen Geistes, der im Ganzen herrscht, durch alle seine Schriften charakterisirt werden. Davy und Bauquelin stellten gleichfalls verschiedene Versuche an diesen Körper an, welche als Beiträge zur Kenntniß seiner Eigenschaften betrachtet werden müssen und ausserdem danken wir Colin und Gaultier de Claubry bemerkenswerthe Beobachtungen über denselben. Endlich entdeckte in der neuesten Zeit Boullay der Sohn eine neue Reihe von Verbindungen, welche das Jod eingehen und wovon in den Künsten schon sehr vortheilhafte Anwendung gemacht wird.

Das Jod interessirt in hohem Grade den Chemiker, wegen seiner bestimmten und merkwürdigen Charaktere, nicht wegen der wunderbaren Wirkung, die es bei Behandlung der Kröpfe äußert, und den Fabrikanten endlich wegen der herrlichen Farben einiger seiner Verbindungen. Es fängt man an, in den Kattundruckereien sich desselben zu bedienen.

dienen und ohne Zweifel werden andere Künste gleichfalls bald Gebrauch davon machen.

21. Eigenschaften. Jod in festem Zustande ist schwarzgrau, aber sein Dampf ist sehr schön violett; sein Geruch ist ganz der von schwachem Chlor. Es kommt häufig in glänzenden Schuppen vor, zuweilen in rautenförmigen sehr breiten, und schimmernden Blättchen oder auch in länglichen Nadeln, die man bei einiger Sorgfalt bis zu der Länge von einem Centimeter erhält. Wenn es in Masse ist, hat es einen blättrichen Bruch von fettigem Ansehen; es ist sehr weich, sehr spröde und läßt sich zerreiben. Sein Geschmack ist überaus scharf, obschon es sich nur unbedeutend auflöst. Die Haut wird davon sehr stark dunkel braungelb gefärbt; jedoch diese Farbe verliert sich allmählig wieder. Es zerstört die Pflanzenfarben auf ähnliche Weise wie das Chlor, wiewohl mit weit geringerer Kraft. Das Wasser nimmt ungefähr 7000 seines Gewichts davon auf und erhält dadurch eine pomeranzengelbe Farbe. Bei $+ 17^{\circ}$ beträgt seine Dichtigkeit 4,948, es schmilzt bei einer Temperatur von 107° und bei einem Barometerstande von 76 Centimeter verdichtet es sich bei 175 bis 180° . Gay-Lussac bestimmte diese letzteren Zahlen, indem er Jod in großer Menge in concentrirte Schwefelsäure, welche wenig Wirkung darauf äußert, brachte und beobachtete bei welcher Temperatur die Dämpfe sich aus der Säure erhoben. Der Kochpunkt trat in zwei unter etwas verschiedenen Umständen angestellten Versuchen bei 175 und 180° ein.

Da Jod mit Wasser gemengt, mit demselben übergeht, so hatte man anfangs geglaubt, es besitze etwa einen gleichen Grad von Flüchtigkeit; allein dieß war ein Irrthum. Bei der Temperatur von 100° vermengt sich Joddampf mit dem Dampfe des Wassers und zwar, wenn übrigens die Räume gleich bleiben, in derselben Menge wie in der Leere; er wird in den Recipienten mit übergeführt und verdichtet sich darin. Ja man könnte Jod selbst noch bei weit niedrigerer Temperatur destilliren. Die nämliche Erscheinung nimmt man bei den ätherischen Öhlen wahr, welche für sich erst bei 155° ungefähr kochen und die man demungeachtet durch Mengung mit Was-

fer bei 100° destillirt. Iod scheint die Electricität nicht zu leiten; ein kleines Bruchstückchen davon in die galvanische Kette gebracht, hemmt sogleich die Zersetzung des Wassers. Die Dichtigkeit des Ioddampfes wurde durch Rechnung von Gay-Lussac auf 8,618 gesetzt; durch directe Versuche habe ich 8,716 gefunden.

Iod ist nicht brennbar und kann geradezu mit Sauerstoff nicht verbunden werden.

82. *Bereitungsart.* Iod gewinnt man eben sowie Chlor und Brom. Es findet sich im Zustande von Iodmetall in vielen an Seesalz reichen Stoffen. Bis jetzt hat man es nur aus dem Bared oder Kelp *) ausgezogen, worin es zuerst entdeckt wurde. Diese Art der Darstellung ist sehr leicht, der Kelp wird verbrannt und vollständig eingeäschert. Die Rückstände nach Abzug der im Wasser unlöslichen Theile bestehen aus vielem Kochsalz, aus kohlensaurem Natron, schwefelsaurem Natron und Kali, Chlorkalium, alkalischen salpetersauren Salzen und Schwefelalkalien und endlich aus Iodkalium. Diese Asche unter dem Namen von Baredsoda bekannt, mit Wasser behandelt, gibt eine Auflösung, worin alle diese Stoffe enthalten sind; da indessen die Iodverbindung nur in geringer Menge vorhanden ist, so muß man sie so viel als möglich von den übrigen Salzen zu befreien suchen.

Dies geschieht durch wiederholte Krystallisationen. Da die Iodverbindung unter den erwähnten Salzen eines der auflöslichsten ist, so bleibt sie ganz in der Mutterlauge mit den Schwefelverbindungen und geringen Antheilen der übrigen Salze zurück.

Aus dieser Mutterlauge wird das Iod gezogen. Man behandelt sie zu dem Behufe mit überschüssiger concentrirter Schwefelsäure in einem Destillirapparate. Der Ioddampf erscheint augenblicklich und nachdem die Flüssigkeit einige Zeit hindurch kochend erhalten wurde, hat sich alles Iod in dem Halse der Retorte, in deren Verlängerung oder in der Vorlage in Gestalt von krystallinischen Blättchen verdichtet.

*) Bared oder Kelp sind See- oder Strand-Pflanzen durch deren Verbrennung die hiernach benannten rohen Sodasorten gewonnen werden, die unter diesen Namen in den Handel kommen. G.

Es entweicht Schwefelwasserstoff, Chlormwasser-
 säure, Chlor, salpetrichte und schweflichte Säure. Die
 ersten entstehen aus dem Schwefel und Chlorverbindun-
 gen, die in der Mutterlauge enthalten sind. Chlor und
 schweflichte Säure rühren von einer gegenseitigen Einwirkung
 von Chlorsäure und Salpetersäure her, die schweflichte Säure
 aus der wechselseitigen Zersetzung der Schwefelsäure
 und des gebildeten Jodwasserstoffs gebildet, wodurch schwef-
 lichte Säure, Wasser und Jod entsteht. Diese Reaction be-
 steht genau den gegenseitigen Rang von Chlor, Brom und
 Jod anzuzeigen, um diese Betrachtung zu vereinfachen,
 die Metalle der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen
 an auf Metallen der Schwefelsäure oxydirt, so muß sich
 Chlor, Brom, Jod und schweflichte Säure erzeugen. Allein
 den Chlorverbindungen gibt Schwefelsäure reines Chlor-
 wasserstoffgas, mit den Bromverbindungen ein Gemenge von
 Chlor- und Bromwasserstoffgas und endlich mit den Jodver-
 bindungen nur Jod oder doch höchstens bloß Spuren von
 Wasserstoffgas. Folglich, sobald das Wasser durch die
 Gegenwart der Schwefelsäure noch minder leicht zersetzt
 wird, sind Jod und schweflichte Säure nicht im Stande sich
 mit Wasserstoff und Sauerstoff zu bemächtigen; Brom
 und schweflichte Säure bewirken nur mit Schwierigkeit diese
 Zersetzung, während dieselbe durch Chlor und schweflichte
 Säure noch ganz bewerkstelligt wird. Die Verwandtschafts-
 reihe des Chlors, Broms und Jods stehen hiermit im Ein-
 klang.

Nach beendeter Operation findet man in der Retorte
 gelbes Natrium und Kali. In der Verlängerung und
 der Vorlage befindet sich das Jod nebst Wasser, welches
 Salpetersäure und Chlorjod aufgelöst hält. Um das Jod
 zu trennen, muß man es zwei oder dreimal mit etwas kal-
 tem Wasser waschen, dann es zwischen Filtrirpapier pressen,
 und endlich, um es zu trocknen, dasselbe über geschmolzenem
 Phosphor nochmals sublimiren.

Restanten machte früherhin den Vorschlag, etwas
 Natrium in die Retorte zu bringen, worin die Ausziehung
 des Jods vor sich geht. Dieser Zusatz begünstigt allerdings

die Wirkung, allein er kann zugleich die Entstehung von Chlor. veranlassen, welches das Jod in Chlorjod verwandelt; dieses bleibt im Wasser aufgelöst und gibt folglich einen größeren Verlust. Es ist demnach gut, diesen Zusatz dann erst zu machen, wenn die Operation sich ihrem Ende naht, und alle Chlormwasserstoffsäure schon verjagt ist *).

Es würde schwer seyn, eine bestimmte Erklärung der Erscheinungen zu geben, welche während dieser Einwirkung eintreten. Die in der Mutterlauge vorkommenden Salze sind zu verschieden, und zu zahlreich. Gewiß ist es aber, daß man einen Überschuß von Schwefelsäure anwenden muß, und das Maaß der letztern läßt sich für jede Mutterlauge leicht aus einigen im Kleinen angestellten Versuchen ausmitteln.

83. Um aus der Mutterlauge der Baredsoda Jod im Großen darzustellen, bedient man sich nicht der Retorten und Vorlagen von Glas, wie für die Versuche im Kleinen angegeben wurde. Sie würden zu kostspielig seyn, und überdies ist ihre Gestalt wenig geeignet für die Auffammlung des Jods und der Rückstände.

Man zieht ein irdnes verglastes Gefäß vor, worauf man einen gläsernen Helm mit weitem Halse ankittet. Das Gemenge wird in das Gefäß gebracht und die Produkte der Destillation begeben sich in eine Vorlage, die aus zwei Schüsselfen von gleichem Durchmesser besteht, von welchen die eine auf die andere gestürzt ist. Man könnte sehr leicht diese Ge-

*) Nach einem ganz neuerdings von Soubeiran angegebenen und von Berzelius vervollkommeneten Verfahren kann man das Jod selbst noch aus Mutterlaugen abscheiden, die sehr wenig davon enthalten. Man löst 1 Theil krystallisirten Kupfervitriol und 2 1/4 Theil gemeinen Eisenvitriol in Wasser auf und tröpfelt davon in die Mutterlauge so lange, als noch ein Niederschlag entsteht. Der aus Kupferjodür bestehende Niederschlag wird filtrirt, ausgewaschen und getrocknet. Er kann nun entweder mit Schwefelsäure und Braunstein zerlegt werden oder nach Soubeirans Angabe durch Braunstein allein, indem man es damit mischt und in einer Retorte mit Vorlage versehen, die gewechselt werden kann, erhitzt; zuerst geht Wasser über, und wenn dieses aufhört, wechselt man die Vorlage, und erhitzt die Mischung bis zum Weißglühen: das Kupfer oxydirt sich auf Kosten des Mangansuperoxyds und das Jod wird frei und sublimirt. Statt Braunstein kann man auch Eisenoxyd nehmen. E.

fäße so bereiten, daß sie sich bequem und schneller zusammenfügen lassen, wenn die Gewinnung des Jods von größerer Wichtigkeit werden sollte. Das Destillationsgefäß wird im Sandbade erhitzt und die Schüsseln erkaltet man, um die Verdichtung zu erleichtern. Um das Jod zu reinigen verfährt man, wie bereits erwähnt.

Das Jod des Handels ist immer feucht. Da sein Preis sehr hoch steht, so verdient die Menge des zugefügten oder darin gelassenen Wassers eine sorgfältige Bestimmung. Hierzu gelangt man leicht durch Destillation von 10 Gr. Jod mit 20 Gr. frischgeglühtem Chlorcalcium. Wofern man den Siedepunkt des Jods nicht sehr überschreitet, hält das Chlorcalcium alles Wasser zurück. Aller Joddampf läßt sich vermittelt eines Stroms von trockner Luft verfolgen und die Gewichtszunahme des Chlorcalciums gibt die Menge des Wassers oder jedes anderen nicht flüchtigen, dem Jode beigemengten Stoffes. Wirklich mengt man es mit Schwefelantimon, Kohle, Graphit, Braunklein u. s. w.; jedoch die Gegenwart dieser Stoffe ist leicht zu erkennen, denn Alkohol greift sie nicht an, während Jod darin vollkommen auflöslich ist.

84. Natürliches Vorkommen. Das Jod wurde bisher nur als Jodverbindung angetroffen und in diesem Zustande begleitet es gewöhnlich das Kochsalz. So findet man Jodkalium, Jodnatrium und Jodmagnesium in dem Meerwasser, in dem Bared, den Schwämmen und in einer großen Menge von Fucusarten, welche im Meere wachsen, und endlich noch in vielen natürlichen Salzquellen, sowohl in der alten als neuen Welt. Es wurde ferner gefunden von Angelini in den Salzquellen von Boghera und de Sales, von Cantu in vielen Quellen in Piemont die Kochsalz und bisweilen schweflichte Säure enthalten; und von Vogel in einer Heilquelle zu Rosenheim in Baiern, deren kräftige Wirkung gegen Kröpfe merkwürdiger Weise längst schon bekannt war. Cantu bemerkt, daß alle jene Quellen aus tertiärem Gebirge entspringen, wahrscheinlich wohl aber ihren Ursprung unterhalb desselben haben dürften. Die jodreichsten Quellen sind diejenigen, welche Kochsalz und schweflichte Säure zugleich enthalten. Boussingault beobachtete die Gegen-

wort dieser Jodverbindungen in den Röstständen, welche bei der Rochsalzgewinnung in Amerika erhalten werden. Bauquelin entdeckte das Jod in ältern Gebirgsarten, und zwar als Jodsilber in einer Silberkufe aus der Gegend von Mexico, welche in Serpentin vorzukommen scheint.

85. **Benutzung.** Die Anwendung des Jods, welche einige Zeit sich bloß auf die Versuche beschränkte, welche man in den Laboratorien damit anstellte, vermehrte sich plötzlich sehr bedeutend durch die glänzende Entdeckung von Guibout, einem sehr ausgezeichneten Arzte in Genf. Indem derselbe sich die eigenthümliche Wirkung einiger Substanzen, die bei der Heilung des Kropfes angewendet werden, erklären wollte, bemerkte er, daß neuere Analysen die Gegenwart von Jod in denselben angezeigt hatten. Es waren diese Kohlen, welche durch Verkohlung der Meerschwämme oder einiger Faßensarten erhalten wurden. Geleitet durch diese Thatsache, versuchte er Jod anzuwenden entweder im natürlichen Zustande oder als alkalisches Jodmetall, oder auch als alkalische Jodverbindung, welche zugleich noch Jod aufgelöst enthielt. Diese drei Präparate wirken gleichkräftig bei einer Gabe von 4 Gran wenigstens bis 1 Gran höchstens des Tages. Selbst die größten Kropfe wurden durch diese Behandlung in einigen Wochen vertrieben, oder doch ihr Umfang so vermindert, daß die Unbequemlichkeit, welche sie vorher verursacht hatten, nun kaum mehr fühlbar war.

Freilich zeigten sich bisweilen auch bedeutende Nachtheile, als Folge dieser Curmethode. Die meisten Drüsen verminderten ihren Umfang zu gleicher Zeit mit der Schilddrüse selbst. Nervenzufälle, ein allgemeines Abmagern und bisweilen eine bedeutende Unordnung in der Verdauungsthätigkeit zeigte sich an den Kranken einige Zeit nachdem die Anwendung des Jods aufgehört hatte. Diese Zufälle erschwerten die Anwendung dieses trefflichen Arzneimittels und verzögert dessen Einführung. Eine sorgfältige Prüfung dieses Mittels zeigte indess, daß wenn es mit Vorsicht angewendet wurde, es in vielen Fällen in der That trefflich wirkte und besonders in Kropfkrankheiten sich als Spezifikum bewährte. Man fand später, daß wirklich alle Kropfmittel

bezielten. Dergleichen sind die Schwämme, die Fumarin, die Quellen von Piemont und die Rückstände amerikanischer Salinen, sammtlich Stoffe, welche seit einer Reihe von Jahren gerühmt und mit Erfolg gegen diese Krankheit angewendet wurden. Da aber in diesen Substanzen das Jod nur in kleiner Menge vorkam, so waren die gereichten Dosen kaum hinreichend, um die besagten Nachtheile zu beseitigen, oder wenn sie sich wirklich zeigten, so schrieb man sie andern Ursachen zu.

Es geht jedoch aus allem hervor, daß das Jod ein kostbares Arzneimittel ist, allein sehr wirksam, so daß man es in kleinen Gaben, unter Aufsicht eines erfahrenen Arztes anwenden darf.

In starken Gaben ist das Jod giftig; es zerfrißt und zerstört die innere Magenwand und verursacht schnell den Tod. Aber es gibt auch eine Art von Wirkung, vor welcher man sich gleichfalls zu schützen wissen muß, nämlich die von der sogenannten Kropfkrankung herrührende, welche sich bei Personen äußert, die beständig mit dem Jod umgehen, und seine Dämpfe einathmen müssen. Die Jodfabrikanten würden die erwähnten Wirkungen sammtlich verspüren, wenn sie sich nicht durch sorgfältigste gegen den Einfluß dieses Stoffes verhielten. Man muß diesem Körper nie trauen, weil in kleinen Dosen seine Wirkung unmerklich ist, und sich nur dann zu erkennen gibt, wenn die ganze Leibesbeschaffenheit darnieder liegt. Es hat in dieser Beziehung einige Ähnlichkeit mit dem Quecksilber.

36. Da die Behandlung eines Kropfes selten mehr als 1 oder 20 Gran Jod erfordert, so ist leicht begreiflich, daß der Verbrauch dieses Stoffes nicht sehr beträchtlich seyn kann. Aber desto weniger findet jedoch die ganze Menge Jod, welche unsere Pottasche-Soda- und Sodafabrikanten liefern, Käufer. Neuestens haben nämlich die Engländer ein Verfahren erfunden, das prächtig rothe Jodquecksilber auf Zeuge zu befestigen kann. Diese Entdeckung verspricht den Jodfabrikanten einen bedeutenden Absatz und muß aufmuntern, Mittel aufzusuchen, so diesen Kropfer billiger zu verschaffen.

Das Jodwasserstoffgas kann leicht durch Chlor- und Brom-Metalle zerlegt werden, und man kann sich auf diese Weise äußerst leicht überzeugen, daß es die Hälfte seines Volumens Wasserstoffgas enthält. Es besteht also dem Gewichte nach aus

1 At. Jod	785,35	oder	99,22
1 At. Wasserstoff	6,248		0,78
2 At. Jodwasserstoffsäure	<u>789,598</u>		<u>100,00</u>

Es ist dieß diejenige genau bestimmte binäre Verbindung, in welcher man den größten Unterschied zwischen dem absoluten Gewichte der beiden Bestandtheile bemerkt.

89. **Bereitung.** Man erhält das Jodwasserstoffgas durch die Wechselwirkung des Wassers, Jods und Phosphors. Es bildet sich phosphorige Säure oder Phosphorsäure, welche aufgelöst bleiben und Jodwasserstoffgas, welches sich entbindet. Man muß 8 Theile Jod auf 1 Theil Phosphor anwenden; der Versuch ist leicht anzustellen: man nimmt eine an dem einen Ende zugeschmolzene Glasröhre, von ungefähr 6 Zoll Länge und einem Zoll im Durchmesser. Zuerst bringt man in diese Röhre Jod, dann eine Schicht feuchtes gröblich zerstoßenes Glas, hierauf einige Stückchen Phosphor und bedeckt diese zuletzt wieder mit feuchtem Glas. Man bringt nun aufs neue Jod, feuchtes Glas, Phosphor und wiederum feuchtes Glas hinein und so fort bis die Röhre fast ganz damit angefüllt ist. Man paßt hierauf in die Öffnung derselben einen Korkstöpsel mit einer gekrümmten Röhre ein, welche man bis auf den Boden eines Glaszylinders oder einer Glasflasche hinabgehen läßt, in welchen trockne Luft enthalten ist. Die Röhre wird nun gelinde erwärmt und in dem Maße, als sich das Jod in Dampf verwandelt, und dieses mit dem Phosphor und Wasser in Berührung kommt, findet nun die Zersetzung statt, und das Gas entbindet sich. Sobald es in die Flasche oder den Zylinder tritt, vertreibt es die Luft, und da das Jodwasserstoffgas schwerer als diese ist, so wird bald das Gefäß ganz mit reinem Gas angefüllt. Diese Methode ist auf alle Gase anwendbar, welche wie das Jodwasserstoffgas sich im Wasser auflösen und das Quecksilber angreifen.

Schwefel sich absetzen ließ, erhält man die Jodwasserstoff-
säure sehr rein und farblos. Die auf diese Weise bereitete
Säure ist nicht sehr concentrirt, es sey denn, daß indem die
mit Phosphor bereitete destillirt wird, man die letzten
Theile nicht mit den ersten mischt, welche beinahe nur rei-
ne Säure sind. Diese Säure hat mit der Schwefelsäure
die Eigenschaft gemein, sich durch Wärme concentriren zu
lassen, indem sie Wasser abgibt. So lange die Temperatur
unter 125° steht, so kann man die übergehende Flüssig-
keit wegschütten, weil sie nur schwach sauer ist; über diesen
Temperaturpunkt fängt die Säure an überzubestilliren und die
Temperatur bleibt beständig auf 128° . Das eigenthümliche
Gewicht der Säure ist dann 1,07, was nicht merklich variirt.
Die Eigenschaft der Säure erst bei 128° zu kochen, macht
sie zu einer starken Säure und verhindert, daß sie aus ihren
Verbindungen durch flüchtige Säuren ausgetrieben wird.

Die Jodwasserstoffsäure färbt sich stets mehr oder we-
niger bei der Destillation; sie färbt sich selbst in gewöhnli-
cher Temperatur, vorausgesetzt, daß sie mit der Luft in Be-
rührung ist, der Sauerstoff wird verschluckt, es bildet sich
Wasser und das Jod, anstatt sich zu präcipitiren, löst sich in
der Säure auf und färbt sie um so stärker rothbraun, als es
in größter Menge vorhanden ist.

83. Zusammenfassung. Die Jodwasserstoffsäure
besteht aus 1 Maas Wasserstoff und 1 Maas Joddampf ohne
Veränderung. Es läßt sich dies beweisen, indem man die
Theile dieser Körper mit einander vergleicht. Man
hat nämlich:

aus durch Versuche gefundene Dichtigkeit des Joddampfes
und Dichtigkeit des Wasserstoffgases

1,747

$$\frac{1,747}{2} = 4,5923 \text{ Dichtigkeit des Jodwasserstoffgases.}$$

Gav-Lussac fand 4,443, und die auf das Atomgewicht
des Jods sich gründende Berechnung würde 4,540 geben.
Diese letzte Zahl verdient das meiste Vertrauen und die übrige
sollen dienen uns, sie zu bestätigen.

Die Jodsäure kann ferner auch dargestellt werden, wenn man jodsauren Baryt mit verdünnter Schwefelsäure in solchem Verhältniß mengt, daß noch ein Überschuß von jodsaurem Baryt bleibt. Es bildet sich auf diese Weise schwefelsaurer Baryt und Jodsäure, welche aufgelöst bleibt. Da die Jodsäure bei diesem Verfahren stets etwas Schwefelsäure zurück hält, so erhält man hierdurch nur ein unreines Produkt.

92. Eigenschaften. Diese Säure ist sehr sauer, röthet anfangs das Lakmüs, zerstört aber nachher seine Farbe. Bei einer Temperatur von 300 oder 320° C. schmilzt sie und zerfällt in Jod und Sauerstoff. Der Luft ausgesetzt, zieht sie die Feuchtigkeit an, und wird in eine Flüssigkeit verwandelt, aus welcher man sie aufs Neue durch Abdampfen wieder ausscheiden kann. Sie greift die meisten Metalle an, selbst Gold und Platin. Durch schweflichte Säure, Schwefelwasserstoff und Jodwasserstoffsäure wird sie zerlegt, während sie sich im Gegentheil innig mit der Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure verbindet. Diese Verbindungen sind krystallisirbar und bieten hinsichtlich ihrer übrigen Eigenschaften kein besonderes Interesse dar.

93. Man bereitet sich die jodsauren Salze nicht durch unmittelbare Verbindung der Jodsäure mit den Basen, sondern erhält sie sehr leicht, indem man Jod mit ihnen zusammenbringt, ganz ähnlich wie wir bei Bereitung der Chlorsäure (59) gesehen.

Es wird in diesem Falle ein Jodmetall und ein jodsaures Salz erzeugt, indem ein Theil der Basis oder des Metalloxyds in Sauerstoff und Metall zerlegt wird; beide verbinden sich mit Jod, und bilden einerseits Jodsäure und andererseits Jodmetall, indem erstere dann sich mit dem noch vorhandenen Antheil unzerlegter Basis zu einem jodsauren Salze verbindet.

Die jodsauren Salze können ferner dargestellt werden, wenn man, wie bereits erwähnt, Chlorjod unmittelbar mit Basen, nachdem solche im Wasser aufgelöst worden, zusammenbringt.

Noch kennt man kein Jodoryd. Vor einiger Zeit hat C e m e n t i z i eine Säure beschrieben, die er jodichte Säure nannte, allein es scheint, daß der von ihm dargestellte Körper nichts anderes als Chlorjod ist.

Verbindungen mit Chlor und Jod.

94. Man kennt bis jetzt zwei Verbindungen von Chlor mit Jod. Die reichste an Chlor entspricht der Jodsäure, die Zusammensetzung der andern ist noch nicht genau genug bestimmt, um ihre Mischungsverhältnisse näher bezeichnen zu können. Beide Verbindungen bilden sich leicht, wenn man eine Flasche mit trockenem Chlor füllt und hierauf nach und nach Jod ebenfalls trocken hinein wirft. Die Vereinigung findet sogleich unter Wärmeerbindung statt. Anfangs bildet sich eine niedrigere Verbindung von Chlor mit Jod oder Jodchlorür, welches rothbraun ist; wendet man aber einen Ueberschuß von Chlor an, so darf man nur die Flasche verschließen und sie ruhig sich selbst überlassen um, die das Chlor in größerer Menge enthaltende Verbindung oder das Jodchlorid zu erhalten. Das Chlor verbindet sich nach und nach mit dem Jodchlorür und verwandelt es in Jodchlorid. Letzteres ist fest, krystallinisch und gelblichweiß von Farbe. Beide Verbindungen sind sehr flüchtig. Ihre Dämpfe sind röthlich gefärbt und äußerst scharf. Athmet man davon ein, selbst in sehr geringer Quantität, so verspürt man einen heftigen Reiz in der Kehle, der sehr gefährbringend werden kann, wenn man längere Zeit dem Einflusse dieser Dämpfe ausgesetzt bliebe.

Das Jodchlorid besteht aus

1 At. Jod	783,55	oder	41,45
5 At. Chlor	1106,60		58,55
1 At. Jodchlorid	1889,95		100,00

Das Jodchlorür enthält wahrscheinlich 3 Atome Chlor auf 1 Atom Jod.

95. Man kann diese Verbindungen auch erzeugen, indem man Chlornatrium und Jodkalium in angemessenen Verhältnissen mengt und mit Mangansuperoxyd und Schwefel

säure, die vorher mit gleichviel Wasser verdünnt worden, behandelt. Es bildet sich hierbei anfangs Chlornwasserstoff- und Jodwasserstoffsäure, welche durch den aus dem Mangansuperoxyd frei werdenden Sauerstoff (46) wiederum in Chlor und Jod reducirt werden, und sich nunmehr miteinander verbinden können.

Das beste Verfahren um das Jodchlorid rein darzustellen, besteht darin, daß man Jod und gasförmiges Chlor zusammenbringt und zuerst Jodchlorür erzeugt. Diese Verbindung wird dann im Wasser aufgelöst und man läßt einen Strom Chlor durchgehen, bis die Flüssigkeit ganz entfärbt ist, und selbst noch einen Überschuß von diesem Gas enthält.

Die Auflösung ist reines Jodchlorid, nachdem man sie noch einige Tage der atmosphärischen Luft ausgesetzt hat, um den Chlorüberschuß fortzuschaffen.

Beide Chlorverbindungen unterscheiden sich dadurch von einander, daß, wenn sie durch Kali oder andere alkalische Basen behandelt werden, sich das Jodchlorid in jodsaures Kali und Chlorkalium verwandelt, dagegen das Jodchlorür außer diesen beiden Salzen noch freies Jod zugleich bildet. Jod wird nur in dem Maße frei, als man allmählig alkalische Basis zufügt, denn es reagirt sogleich auf das Kali, indem Jodkalium und jodsaures Kali entsteht.

Diese beiden Chlorverbindungen entfärben das Lakmus und lösen sich im Wasser auf. Die Auflösung des Jodchlorids ist farblos, die des Jodchlorürs braunroth. Der Schwefeläther mit diesen Auflösungen zusammen geschüttelt, nimmt die Chlorverbindungen auf; dagegen werden diese dem Äther wieder durch eine wässerige Kalialösung entzogen. Das Jodchlorür zeigte bei diesen Einwirkungen in der That alle Erscheinungen, welche sich bei der Bereitung des Broms darbieten. Es ist jedoch leicht, beide Körper von einander zu unterscheiden, denn das Jodchlorür ist auflöslicher im Wasser und minder flüchtig als das Brom; auch setzt es bei gemäßigter Einwirkung des Kalis Jod ab.

Das Jodchlorid ist wenig beständig; wird seine Auflösung concentrirt, so geht ein Theil Chlor fort und Jodchlorür bildet sich.

Jodchlorid mit Kali, Natrium, Baryt und Strontian behandelt, verwandelt sich, wie bereits erwähnt, in jodsaure Salze und Chlormetalle. Da diese jodsauren Salze gewöhnlich weniger löslich als die Chlorverbindungen sind, so präcipitiren sie sich fast gänzlich und können leicht rein erhalten werden, indem man sie wiederholt mit schwachem Alkohol abwäscht.

Folgendes ist der allgemeine Ausdruck dieser Wechselwirkung, welcher bei der Bereitung der jodsauren Salze zum Grunde gelegt werden kann.

Angewendete Atome.

2 Jod

10 Chlor

6 Metall

6 Sauerstoff

Hervorgebrachte Atome.

2 Jod und 5 Sauerstoff = Jodsäure.

1 Metall und 1 Sauerstoff = Basis des jodsauren Salzes.

5 Metall und 10 Chlor = Chlormetall.

Bromjod.

96. Das Jod scheint mit dem Brom zwei Verbindungen eingehen zu können. Läßt man beide Körper in gewissen Verhältnissen auf einander wirken, so erhält man eine feste Verbindung, welche durch Erhitzen in röthlich braune Dämpfe verwandelt werden kann, die sich beim Erkalten in kleine farrenkrautförmige Krystalle von gleicher Farbe verdichten. Fügt man denselben mehr Brom hinzu, so bildet sich eine flüssige Verbindung, welche das Ansehen einer sehr jodhaltigen Jodwasserstoffsäure besitzt.

Das flüssige Bromjod ist mit Wasser mischbar, dem es die Eigenschaft mittheilt, das Lakmus zu entfärben, ohne es zuerst zu röthen.

Bringt man Alkalien mit dieser Auflösung zusammen, so bilden sich Brommetalle und jodsaure Salze, wie sich der Analogie nach leicht vorher sehen läßt.

Capitel VI

Fluor. — Fluorwasserstoffsäure.

Fluor.

(Synonyme. Fluorine. Phlor.)

95. Alle Chemiker nehmen jetzt einstimmig die Existenz eines einfachen Körpers an, welchem sie den Namen Fluor ertheilen. Dieser Grundstoff dessen Natur zuerst von Ampère festgestellt worden, der zugleich die Ähnlichkeiten desselben nachgewiesen, besitzt alle chemischen Eigenschaften, welche das Chlor, Jod und Brom charakterisiren. Er hatte sogar diesen Körpern voranstehen sollen, da er ohne Zweifel noch entschiedener electropositive Eigenschaften besitzt als sie. Allein es wäre schwierig das Wenige, was wir von den Verbindungen des Fluors wissen, zu verstehen, wenn wir nicht bereits durch das Studium derjenigen Körper, welche besser bekannt sind, darauf vorbereitet hätten.

Das Fluor ist noch nicht für sich dargestellt worden, oder wenigstens wurde es nur so schnell vorübergehend isolirt erhalten, daß man nicht Zeit hatte seine Eigenschaften genau zu bestimmen. Man kann jedoch nicht zweifeln, daß es vorzüglich dem Chlor sehr ähnlich ist. Die Fluorwasserstoffsäure besitzt Eigenschaften, vermöge deren sie durchaus zu den bekannten Wasserstoffsäuren gestellt werden muß. Noch auffällender wird die Ähnlichkeit zwischen Fluor und Chlor, wenn man die Fluorverbindungen mit den Chlor- oder Jodverbindungen vergleicht, worauf wir später aufmerksam zu machen häufig Gelegenheit haben werden.

Man hat bisher das Fluor nicht allein nicht getrennt darstellen können, sondern man war auch nicht im Stande es bis jetzt weder mit Sauerstoff, noch mit Chlor, Jod oder

mit Brom zu verbinden. Wir haben uns demnach hier nur mit der Fluorwasserstoffsäure zu beschäftigen, einer Verbindung von der man annimmt, daß sie nichts anderes als Fluor und Wasserstoff enthält.

Fluorwasserstoffsäure.

(Synonyme. Flußsäure, Flußspathsäure. Franz. Acide hydrofluorique. Acide fluorique.)

98. **Bereitung.** Man findet sehr häufig in der Natur ein Mineral, welchem die ältern Mineralogen den Namen Flußspath beilegen. Dieser Körper ist unserer Ansicht gemäß aus Fluor und Calcium zusammen gesetzt und wäre sonach Fluorcalcium. Vergleicht man diese Verbindung mit den Chlormetallen, so ist leicht einzusehen, welche Behandlung nöthig seyn wird, um die Flußsäure daraus zu bereiten. Durch concentrirte Schwefelsäure kann dies bewerkstelligt werden. Da diese Säure Wasser enthält, so wird dieses zersezt, der Sauerstoff tritt mit dem Calcium zusammen und bildet Kalk, während der freie Wasserstoff sich mit dem Fluor zu Fluorwasserstoffsäure verbindet. Da man die Menge des Calciums kennt, welches im Fluorcalcium existirt, und annimmt, daß das übrige Fluor sey, so läßt sich hieraus eine Berechnung in Atomen anstellen, welche allen Bedingungen genügt, und zugleich auf alle Fälle, in welchen das Fluor eine Rolle spielt, angewendet werden kann.

Angewendete Atome.

1 Fluorcalcium	489,88
1 wasserfreie Schwefelsäure	501,16
2 Wasser	112,48

Erzeugte Atome.

1 schwefelsaurer Kalk . . .	857,19
4 Fluorwasserstoffsäure . . .	246,28.

Man sieht, daß dies die nämliche Formel wie für die Chlormwasserstoffsäure ist. (55.)

Wir verdanken Scheele die Entdeckung dieser Säure, allein er stellte sie noch nicht rein und concentrirt dar. Gay-Lussac und Thénard haben solche zuerst in diesem Zu-

stehen; erhalten und ihre dauerhaften Eigenschaften bewahren. Das Nachfolgende ist ein Vorschlag aus ihrer Darstellung gelieferten Abhandlung.

Eine der merkwürdigsten Eigenschaften der Schwefelsäure ist die kräftige und schnelle Wirkung, welche sie auf das Glas oder vielmehr auf die Kieselsäure des Glases ausübt. Man kann deshalb die Flußsäure weder in gläsernen noch in irdenen Gefäßen bereiten. Nur metallene Gefäße können allein dazu angewendet werden, und selbst unter diesen muß man noch eine Auswahl treffen, indem die Flußsäure viele angreift. Blei und Platin sind die einzigen, welche länglich sind, entweder aus dem angeführten Grunde, oder weil die concentrirte Schwefelsäure selbst mehrere Metalle angreift, welche mithin ausgeschlossen werden müssen. Die Gefäße von Blei oder Platin bestehen aus einer Retorte, welche aus zwei aufeinander gepaßten Theilen zusammengesetzt sind; der eine bildet den Bauch und enthält das Gemenge, der andere ist das obere Stück oder der Hals der Retorte und dient, die Dämpfe in die Vorlage zu leiten. Diese hat die Form einer gekrümmten in der Mitte bauchigen Röhre, welche in den Retortenhals genau eingerieben ist, und am andern Ende eine kleine Oeffnung hat, die bestimmt ist, der Luft oder den nicht verflüchtigten Dämpfen einen Ausgang zu gestatten. Die Vorlage wird während der Operation mit Eis abgekühlt, geht letztere langsam von Statten, so findet man alle Flußsäure verdichtet in dieser Röhre.

Um die Säure in reichlicher Menge zu erhalten, muß man wenigstens mit 100 Gramm Fluorcalcium operiren, welche 350 Gr. Schwefelsäure erfordern, theils zur vollständigen Zersetzung, theils um zu verhindern, daß das Wasser des einen Theils der Schwefelsäure nicht von der Flußsäure in Beschlag genommen werde, welche sehr begierig dasselbe anzieht. Das Fluorcalcium muß rein von Kieselerde seyn, sonst würde man Fluorkiesel erhalten; ferner muß es wohl pulverisirt werden, damit es nicht theilweise unangegriffen bleibe.

Man bringt das Fluorcalcium in die Retorte, gießt Schwefelsäure darauf und rührt wohl mit einer Silber- oder

mit Brom zu verbinden. Wir haben uns demnach hier nur mit der Fluorwasserstoffsäure zu beschäftigen, einer Verbindung, an der man annimmt, daß sie nichts anderes als Fluor und Wasserstoff enthalte.

Fluorwasserstoffsäure.

Synonyme. Flußsäure, Flußspathsäure. Franz. Acide hydrofluorique. Acide fluorique.)

98. *Bereitung.* Man findet sehr häufig in der Natur ein Mineral, welchem die ältern Mineralogen den Namen Flußpath beilegten. Dieser Körper ist unserer Ansicht gemäß aus Fluor und Calcium zusammen gesetzt und wäre somit Fluorcalcium. Vergleicht man diese Verbindung mit den Erzmatalen, so ist leicht einzusehen, welche Behandlung nöthig seyn wird, um die Flußsäure daraus zu bereiten. Durch concentrirte Schwefelsäure kann dies bewerkstelligt werden. Da diese Säure Wasser enthält, so wird dieses zersezt, der Wasserstoff tritt mit dem Calcium zusammen und bildet Kalk, während der freie Wasserstoff sich mit dem Fluor zu Fluorwasserstoffsäure verbindet. Da man die Menge des Calciums kennt, welches im Fluorcalcium existirt, und annimmt, daß das Ubrige Fluor sey, so läßt sich hieraus eine Berechnung in Atomen anstellen, welche allen Bedingungen genügt, und zugleich auf alle Fälle, in welchen das Fluor eine Rolle spielt, angewendet werden kann.

Angewendete Atome.

1 Fluorcalcium	489,83
1 wasserfreie Schwefelsäure	501,16
2 Wasser	112,48

Erzeugte Atome.

1 schwefelsaurer Kalk . . .	857,19
4 Fluorwasserstoffsäure . . .	246,28.

Man sieht, daß dies die nämliche Formel wie für die Chlorwasserstoffsäure ist. (55.)

Wir verdanken Scheele die Entdeckung dieser Säure, allein er stellte sie noch nicht rein und concentrirt dar. Gay-Lussac und Thénard haben solche zuerst in diesem Zu-

99. Eigenschaften. Die Fluorwasserstoffsäure eine farblose sehr saure Flüssigkeit von stechendem durchdringenden Geruch und unerträglichem Geschmack. Unter bekannten Körpern ist sie der zerstörendste. Ein einziger Tropfen dieser Säure auf die Haut gebracht, ruft sogleich lebhafteste Entzündung hervor, ein heftiger Schmerz wird fühlbar und Pusteln von besonderer Art kommen zum Vorschein und füllen sich mit dickem Eiter. Alle diese Erscheinungen werden von Fieber und mehr oder minder heftigem Schmers in der Nähe der verwundeten Stelle begleitet. Die Wirkung dieser Säure ist so stark, daß schon sehr kleine und kaum sichtbare Quantitäten hinreichen, um alle diese Erscheinungen, obgleich minder schnell, hervorzubringen. Schon der Dampf, wenn in der Luft sehr verdünnt vorhanden ist, kann Schmerz in den Nägeln und an den Fingerspitzen erregen und eine mehr oder minder starke Entzündung der Augen erzeugen. Man muß deshalb diesen Körper mit der äußersten Vorsicht bereiten und behandeln.

Die Dichtigkeit der Fluorwasserstoffsäure ist 1,107. Sie gefriert nicht, selbst bei 40° unter Null; bei 30° über Null geräth sie ins Kochen. Ihre Dämpfe verdichten sich bei einer niedrigeren Temperatur wieder und es bildet sich die springliche Flüssigkeit, begabt mit allen bereits erwähnten Eigenschaften. Mit der Luft in Berührung gebracht, verdampft sie und erzeugt dicke weiße Nebel, welche von ihrer Verbindung mit der Feuchtigkeith der Luft herühren. Auf die nichtmetallischen Körper wirkt sie nicht ein. Von den Metallen zerlegen das Kalium, Natrium, Zink, Eisen und Mangan die Fluorwasserstoffsäure, indem sich Fluormetalle bilden und eine mehr oder weniger rasche Entbindung von Wasserstoff statt findet.

Mit Wasser in Berührung gebracht, bemächtigt sich diese Säure mit solcher Heftigkeit desselben, daß ein Geräusch hörbar wird, ähnlich dem, wenn man rothglühendes Eisen in diese Flüssigkeit taucht. Verdünnt man sie mit einer angemessenen Menge Wasser, so zeigen sich diese Eigenschaften in schwächerem Grade; sie hört dann auf zu rauchen, verliert ihre Flüchtigkeit und wirkt nicht mehr so heftig auf die Har-

gegen ist ihre Wirkung auf die Metalle dieselbe, so wie es welche sie auf die Kieselerde und andere Körper ausübt; daher diese Einwirkung milder schnell statt.

Aus dem oben Gesagten ergibt sich, daß man die concentrirte Säure nur nach und nach in kleinen Gaben mit großer Menge Wasser, um nicht Gefahr zu laufen, daß die Flüssigkeit mit Gewalt empor geworfen werde. Das Beste ist, um sich schwache Säure zu verschaffen, ist, wenn man Wasser in die Vorlage giebt, in welche sich die Dämpfe während der Bereitung begaben. Die Mischung findet auf diese Weise allmählig statt, so daß die ange deutete Gefahr gänzlich vermieden wird.

100. Zusammensetzung. Noch ist diese unbekannt. man hat jedoch Grund zu vermuthen, daß dieser Körper aus einem Theil Fluor und einem Maas Wasserstoff bestehe, ähnlich wie Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff, und Jodwasserstoff. Die Gründe, worauf sich diese Annahme stützt, sind folgende:

Man hat man auf keine Weise die Anwesenheit des Wasserstoffs in der Fluorwasserstoffsäure nachweisen können; gegen läßt sich das Vorhandenseyn des Wasserstoffs mit größter Leichtigkeit erweisen durch die Wirkung der Metalle. Wirkt diese Säure auf mehrere oxygenirte Körper, z. B. auf Kieselsäure, Borarsäure, Chromsäure, Mangansäure, arsenichte Säure, so verbindet sie sich entweder mittelbar mit denselben, oder es bildet sich Wasser und Chlorverbindungen mit den Grundlagen dieser Säuren. Diese Verbindungen haben eine solche Ähnlichkeit sowohl hinsichtlich ihrer chemischen, als physischen Eigenschaften mit den ihnen entsprechenden Chlorverbindungen, daß man nicht an der Richtigkeit jener Annahme zweifeln kann.

Die Fluormetalle die man im krystallisirten Zustande findet, sind sämmtlich isomorph mit den ihnen entsprechenden Chlor-, Brom- und Jodverbindungen. Diese wichtige Beobachtung verdanken wir Berzelius.

Davy machte bemerklch, daß die Wasserstoffsäuren, wenn sie sich mit Ammoniak vereinigen, stets wasserfreie Verbindungen geben. Die Sauerstoffsäuren dagegen bilden mit

derselben Saß Salze, welche stets mehr oder weniger Fluor enthalten. Aus dem man aber in der That auf 1 Weise die Anwesenheit von Fluor im Fluorwasserstoffsauren Ammoniak nachweisen, ist 18177

Durch denselben Beobachter erhält man durch Behandlung des saßsauren Ammoniak mit Kalium ein festes Pulver, welches flüchtig ist und ein gasförmiges Gemisch, bestehend aus 1 Maass Wasserstoff und 2 Maass Ammoniak. Durch die Einwirkung des Kaliums auf oxydirt saßsaures Ammoniak würde man offenbar dieselben Produkte erhalten, denn letzteres Salz enthält:

1 Maass Wasserstoff	}	1 Maass Chlornasserstoffsaure
1 Maass Chlor		
1 Maass Stickstoff	}	1 Maass Ammoniak
1 Maass Wasserstoff		

Indem das Kalium sich des Chlors bemächtigt, wird 1 Maass Wasserstoff und 1 Maass Ammoniak oder auch 1 Maass Wasserstoff und 2 Maass Ammoniak frei.

Dieses merkwürdige Versuch berechtigt zu der hier erwähnten Annahme und erlaubt die Zusammensetzung Fluorwasserstoffsäure folgendermassen festzustellen.

1 At. Fluor	116,90	oder	94,93
1 At. Wasserstoff	6,24		5,07
2 At. Fluorwasserstoffsäure	123,14		100,00

101. Anwendung. Da die Flußsäure nur zum Glätzen gebraucht wird, so werden wir von ihrer Anwendung weiter unten beim Glase selbst sprechen. Wir werden bei den Verbindungen bereits kennen gelernt haben, welche bei der Einwirkung dieser Säure auf Glas bilden, was Erklärung dieser Verfahrungsarten einfacher und leicht machen wird.

Capitel VII.

Schwefel. — Schwefelwasserstoffsäure. —
 Wasserstoffschwefel. — Schweflige Säure. —
 Unterschweiflichte Säure. — Schwefelsäure. —
 Unterschweifelsäure. — Khlarschwefel. —
 Bromschwefel. — Jodschwefel.

102. Unter den einfachen oder unzerlegten nicht metallischen Körpern ist der Schwefel ohne Zweifel einer der Wichtigsten. Im unverbundenen Zustande ist er ein bedeutender Handelsartikel; verbunden mit Sauerstoff bildet derselbe zwei sehr nützliche Säuren, von denen die eine, die schweflichte Säure, beim Bleichen tierischer Stoffe unentbehrlich ist, und die andere die Schwefelsäure, heut zu Tage in den Händen fast aller Gewerbetreibenden sich befindet. In dieser dreifachen Gestalt bildet der Schwefel drei äußerst wichtige Fabrikationsstoffe, deren Verbrauch gegenwärtig ungeheuer ist.

Man wird daher nicht über die Länge dieses Kapitels klagen, denn hätte ich mich hier ebenso, wie im Vorhergehenden, kürzer gefaßt, so hätte befürchtet werden müssen, daß die angeführten Details unzureichend gewesen seyn mochten.

Schwefel.

103. Dieser einfache allgemein bekannte Körper findet sich entweder rein oder wenigstens fast rein in den Umgebungen der meisten noch thätigen Vulkanen. Seiner Existenz und vieler seiner Eigenschaften ist bereits in den ältesten Werken, welche wir besitzen, Erwähnung gethan. Nicht allein die neuern Erzeugnisse der feuerspeienden Berge sind von theils staubförmigen theils mehr oder weniger krystallinischen Schwefel umhüllt, sondern auch die gegenwärtig noch in Thä-

Figkeit begriffenen Vulkane entwickeln unaufhörlich Schwefel dämpfe, welche sich in der Nähe ihrer Krater verdichten.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das Feuer der Vulkane oder der sogenannten Solfataren sich darauf beschränkt, die in der Tiefe befindlichen Ablagerungen von Schwefel zu sublimiren. Dieser Körper wurde auch wirklich in allen Gebirgsformationen gefunden; Humboldt fand ihn in Amerika im Urgebirge; ebenso beobachtet man ihn im Uebergangsgebirge, so wie man ferner auch auf sehr bedeutende Ablagerungen in den sekundären Gebirgsmassen traf, wo er gewöhnlich von Gyps und Rochsalz begleitet ist. Seltener ist er im Tertiären oder jüngsten Gebirge, allein bisweilen findet man ihn daselbst in Gesellschaft von Braunkohle oder Gyps.

Die schwefelwasserstoffhaltigen Wasser, setzen beständig Schwefel ab; ebenso sehen wir ihn, so zu sagen, unter unsern Füßen an solchen Orten sich bilden, wo Schwefelwasserstoff erzeugt wird. In den Abtritten, und unterirdischen Kanälen oder Kloakenabzügen bemerkt man oft, wie sich Schwefel absetzt, der ohne Zweifel von der Einwirkung des Sauerstoffs auf die bei der Gährung sich bildende Schwefelwasserstoffsaure herrührt.

Gewöhnlich findet sich jedoch der Schwefel nicht in freiem Zustande in der Natur. In Vereinigung mit den Metallen als Schwefelverbindungen und gesäuert mit den Säuren zu schwefelsauren Salzen verbunden, stellt er sich in allen Massen und in allen Gebirgsformationen dar.

104. **Eigenschaften.** Der Schwefel besitzt in seinem gewöhnlichen Zustande eine schöne zitronengelbe Farbe, ist zerbrechlich und läßt sich leicht pulverisiren. Durch Reiben erlangt er einen schwachen Geruch und wird zugleich elektrisch, die sich hierbei entwickelnde Elektricität ist negativ. Dieser Körper ist ein schlechter Leiter für die Elektricität und die Wärme; schon das Erwärmen einer Schwefelstange mit der Hand bringt eine so ungleichförmige Ausdehnung ihrer Theile hervor, daß ein Knistern dadurch entsteht, welches eine Trennung derselben andeutet; dieß findet bisweilen in dem Maße statt, daß die Stange an der erwärmten Stelle zerspringt.

1. eigenthümliche Gewicht des Schwefels ist ungerade, man aber bei Bestimmung desselben den Einfluß zu vermeiden, welche in den hohlen Räumen oder an den Außenseiten anhängt, so findet man 207. Sein Strahlenbrechungsvermögen ist sehr

2. kann den Schwefel auf verschiedene Weise krystallisiren, und die verschiedenartigen auf diesem Wege Krystalle haben Veranlassung zu höchst interessanten Erfahrungen gegeben, welche wir Mitscherlich vorliegend bietet, und, wie bereits erwähnt worden, häufigsten Schwefel dar. Durch Kunst kann man in Form auf zweierlei wesentlich von einander verschiedene geben. Das erste Verfahren besteht darin, 3. in gewissen Substanzen, wie z. B. in Schwefel aufzulösen; diese können davon bis zur Sättigung und nach und nach, 4. durch Verbundung eine geeignete Erniedrigung der Temperatur von ihm trennen. Der Schwefel auf diese Weise krystallisirte Schwefel nimmt eine sehr regelmäßige Form an und liefert häufig krystalline Krystalle dem Umfange. Man kann sich auch durch ein anderes krystallisirten Schwefel verschaffen, indem man diesen Körper in einem Schmelztiegel schmelzt und langsam erkalten läßt. Ist die Oberfläche durchsichtig, so durchsicht man sie mittelst eines heißen Eisens den noch flüssigen Schwefel durch die Öffnung ab. Im Innern des Schmelztiegels zeigt sich dann eine krystallinische Nadeln von vollkommener Durchsichtigkeit. Sie verlieren diese Eigenschaft schnell an der Luft, undurchsichtig und sehr zerreiblich.

Mitscherlich krystallisirt der durch Verbampfung ethaltigen Schwefelkohlenstoff erhaltenen Schwefel edern mit rautenförmiger Grundfläche, die vom rhombischen, prismatischen Krystallsystem, gleiche Natur vorkommenden Krystallen, abzuleiten sind, welche durch Schmelzung hervorgebracht worden im Gegentheil schiefe Prismen mit rautenförmiger

miger Grundfläche, eine Form, welche durchhine mit der vorhergehenden unverträglich ist. Es ist dies unzweifelhaft eine der schönen Entdeckungen Mitscherlich's, welche, wenn eine allgemeinere Anwendung gefunden haben wird, hauptsächlich ein bedeutendes Licht über die innere Anordnung der Körpertheilchen verbreiten wird.

Der Schwefel schmilzt bei einer Wärme von 107° bis 109° C. ist dann sehr flüssig und behält seine schöne zitronengelbe Farbe bei. Diese Eigenschaft bleibt unverändert bis zu einer Temperatur von ungefähr 120° C., überschreitet man jedoch diesen Punkt, so bietet er sonderbare Erscheinungen dar. Bei 160° C. z. B. beginnt er dickflüssiger zu werden, erscheint röthlich gefärbt und fährt man fort ihn weiter zu erhitzen, so erlangt er endlich eine solche Konsistenz, daß man das Gefäß, worin er sich befindet, umkehren kann, ohne daß er herausfließt. Zwischen 220° u. 250° ist diese Erscheinung am ausgezeichnetesten wahrzunehmen; bei noch höheren Temperatur und namentlich beim Siedepunkte wird der Schwefel wieder einigermaßen flüssig, allein er verliert die durch die Hitze erlangte rothbraune Farbe nicht wieder, und erlangt auch die flüssige Beschaffenheit, welche er bei 109° hatte, nicht mehr. Führt man denselben durch Erkalten zu dieser Temperatur zurück, so wird er wieder flüssig; erhitzen man ihn aber aufs Neue, so verdickt er sich wieder; man kann dies unendlich oft wiederholen, was beweist, daß die Erscheinung nicht von einer chemischen Veränderung herrührt. Der Schwefel geräth ungefähr bei 400° C. ins Kochen.

105. Sehr merkwürdig ist es ohne Zweifel, daß durch Temperaturerhöhung der Schwefel dicker wird, allein nicht minder bemerkenswerth sind folgende Erscheinungen, welche dieser Körper darbietet. Kühlt man den flüssigen Schwefel plötzlich ab, so wird er spröde, unterwirft man dagegen die abgeworbenen derselben Behandlung, so bleibt er doch so zwar um so härter, je höher seine Temperatur war. Folgendes sind die Resultate, welche sich bei einigen Versuchen an diesen Gegenstand ergeben haben:

1. Ein Stück Schwefel, welches bei 109° C. geschmolzen war, wurde in Wasser abgekühlt, so daß es bei 10° C. erstarrte. Dieses Stück wurde dann in Wasser wieder erhitzt, so daß es bei 109° C. geschmolzen war, und wurde dann in Wasser abgekühlt, so daß es bei 10° C. erstarrte. Dieses Stück wurde dann in Wasser wieder erhitzt, so daß es bei 109° C. geschmolzen war, und wurde dann in Wasser abgekühlt, so daß es bei 10° C. erstarrte.

Temperatur.	Beschaffenheit des heißen Schwefels.	Beschaffenheit des durch Ein- tauchen in Wasser plötzlich abgekühlten Schwefels.
110° C	sehr flüssig, gelb	sehr spröde, von gewöhnlicher Farbe.
140° C	flüssig, dunkelgelb	sehr spröde, von gewöhnlicher Farbe.
170° C	dick, pomeranzengelb	spröde, von gewöhnlicher Farbe.
190° C	dicker, pomeranzengelb.	weich und anfänglich durchsichtig, aber bald spröde und undurchsichtig werdend; von gewöhnlicher Farbe.
220° C	zähe, röthlich	weich und durchsichtig, bernsteinfarbig.
240° bis 260° C	sehr zähe, rothbraun	sehr weich, durchsichtig, von röthlicher Farbe.
Siedepunkt	minder zähe, rothbraun	Sehr weich, durchsichtig und rothbraun von Farbe.

Bei allen diesen Versuchen wurde der Schwefel in das Wasser geworfen; nachdem er die Temperatur, bei welcher man ihn untersuchen wollte, erlangt hatte. Es ist demnach nicht nöthig, den Schwefel, um ihn weich zu erhalten, lange Zeit zu erwärmen, wiewohl in mehreren chemischen Werken diese Vorsichtsmaßregel als nöthig erachtet wird; alles hängt von der Temperatur ab. Die einzige Vorsicht, die man dabei zu beobachten hat, ist: den Schwefel in eine solche Quantität Wassers zu gießen, daß er schnell erkalten kann; und ihn nur tropfenweise hinein fallen zu lassen, denn wollte man ihn in Masse hineingießen, so würde der Innere langsam erkalten und die Beschaffenheit des harten Schwefels annehmen. Wird der Versuch mit einem Schwefel von 230° C und darüber angestellt, so erhält man ihn so weich und behäblich, daß er sich in haardünne und mehrere Fuß lange Fäden ausziehen läßt. Es findet also ein festes Verhältniß zwischen der Temperatur, bei welcher das Eintauchen vor-

genommen wird und der Veränderung, welche der Schwefel dadurch erleidet. Sehr merkwürdig ist es ohne Zweifel, daß dieses Eintauchen in Wasser den Schwefel erweicht, statt ihn zu härten; es verhält sich gerade wie bei der Bronze und widerspricht den Theorien, welche man aufstellte um das Härten des Stahles und des Glases zu erklären; sehr sonderbar ist auch der Umstand, daß der weiche Schwefel durchsichtig bleibt, während der sich erhärtende plötzlich undurchsichtig wird.

Schwer ist es, eine Ursache von diesen Erscheinungen aufzufinden, welche so sehr von den Veränderungen abweichen, denen die Materie gewöhnlich unterworfen ist; man bemerkt jedoch sehr deutlich, daß der Uebergang in den krystallinischen Zustand eine sehr nahe damit verwandte Ursache ist. Wenn der Schwefel krystallisirt, so wird er hart, spröde und undurchsichtig; verhindert aber das plötzliche Erkalten sein Krystallisiren, so bleibt er weich, durchsichtig und behält diesen eigenthümlichen Zustand bei bis zu dem Momente, wo er krystallisirt, was beinahe immer zwanzig bis dreißig Stunden nach dem Eintauchen statt findet. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß einige Beziehung zwischen diesen Thatsachen und den merkwürdigen Beobachtungen Lhermand's über den Phosphor, wovon bald die Rede seyn wird, statt findet.

106. Der weiche Schwefel kann vorthellhaft zu feinen Abdrücken benützt werden, namentlich von Medaillen, Münzen, Siegeln oder mancherlei Silberu von erhabener oder vertiefter Arbeit.

Da er nach einigen Tagen seine ursprüngliche Härte wieder erlangt, so können die Abdrücke, die er liefert, wolherum als Matrizen dienen zur Verfertigung sehr reiner Formen. Man erhält diese Abdrücke indem man den durch Erhitzen hinreichend flüssig gemachten Schwefel in Gypsformen gießt. Man giebt nachher den Medaillen mittelst Graphit, welchen man darauf verhärtet, den erforderlichen Glanz. Später (124) soll etwas ausführlicher die Rede von dieser Art zu formen seyn.

Temperatur.	Beschaffenheit des heißen Schwefels.	Beschaffenheit des durch Ein- tauchen in Wasser plötzlich abgekühlten Schwefels.
11. ^o C	sehr flüssig, gelb	sehr spröde, von gewöhnlicher Farbe.
12. ^o C	flüssig, dunkelgelb	sehr spröde, von gewöhnlicher Farbe.
17. ^o C	dick, pomeranzengelb	spröde, von gewöhnlicher Farbe.
19. ^o C	dicker, pomeranzengelb.	weich und anfänglich durchsichtig, aber bald spröde u. undurchsichtig werdend; von gewöhnlicher Farbe.
20. ^o C	zähe, röthlich	weich und durchsichtig, bernsteinfarbig.
22. ^o bis 23. ^o C	sehr zähe, rothbraun	sehr weich, durchsichtig, von röthlicher Farbe.
Reinigt	minder zähe, rothbraun	Sehr weich, durchsichtig und rothbraun von Farbe.

Bei allen diesen Versuchen wurde der Schwefel in das Wasser geworfen, nachdem er die Temperatur, bei welcher man ihn untersuchen wollte, erlangt hatte. Es ist demnach sehr nöthig, den Schwefel, um ihn weich zu erhalten, lange zu erwärmen, wiewohl in mehreren chemischen Werken die Vorsichtsmaßregel als nöthig erachtet wird; alles hängt von der Temperatur ab. Die einzige Vorsicht, die man dabei zu beobachten hat, ist: den Schwefel in eine solche Quantität Wassers zu gießen, daß er schnell erkalten kann, und daß nur tropfenweise hinein fallen zu lassen, denn wollte man ihn in Masse hineingießen, so würde der Innere langsam erkalten und die Beschaffenheit des harten Schwefels annehmen. Wird der Versuch mit einem Schwefel von 250^o C und darüber angestellt, so erhält man ihn so weich und dehnbar, daß er sich in haardünne und mehrere Fuß lange Fäden ausziehen läßt. Es findet also ein festes Verhältniß statt zwischen der Temperatur, bei welcher das Eintauchen vor-

Über ungefähr zwanzig Liter; sie haben am obern Theile eine Öffnung, welche während der Destillation geschlossen wird, und die zum Einbringen des Schwefels und Herausnehmen des Stoffsandes dient. Oben an der Seite befindet sich eine Art Schnabel, welcher in eine irdene Röhre von zwei Zoll Durchmesser und vierzehn Zoll Länge endet, mittelst welcher der sublimirte und wieder geschmolzene Schwefel in einen am Boden mit einem Loch versehenen Topf fließt und von da in die mit Wasser gefüllten hölzernen Eimer fällt. Hier erstarrt derselbe und wird dann von Zeit zu Zeit herausgenommen und in den Handel gebracht. Die Töpfe sind so in die Ofenmauer eingesetzt, daß ihr Bauch sich im Innern des Ofens befindet und der Einwirkung der Hitze ausgesetzt ist, während die beiden Öffnungen derselben aus dem Ofen hervorragen. Die Töpfe werden mit Stücken der rohen schwefelhaltigen Masse von der Größe eines Eies angefüllt, dann der Deckel darauf gesetzt und schließt. Der Schwefel schmilzt, bläht sich auf, und schmelzt; allein bei der Operation reißt er stets 12 bis 15 Procent erdige Stoffe mit sich in die Vorlage, wodurch eine sorgfältiger geleitete Operation durchaus nöthig wird. Dennoch ungeachtet aber bleibt in den Töpfen der größte Theil der erdigen Theile zurück, welche mit hierzu bestimmten Schöpflöffeln herausgenommen werden, worauf man jene aufs Neue anfüllt. (Tafel 8. Fig. 1.)

Der so gewonnene Schwefel ist in unregelmäßigen Stücken und wird roher Schwefel genannt; durch eine neue Destillation wird er entweder in Schwefelblumen oder Stangenschwefel verwandelt.

111. Ehedem bereitete man den Stangenschwefel, indem man den Rohschwefel in gußeisernen Kesseln schmelzte; die erdigen Theile ließ absetzen ließ und dann den darüber stehenden Schwefel mit eisernen Löffeln heraus schöpfte und in Formen von Lannenholz goß. (Tafel 8. Fig. 2.)

Man unterscheidet dreierlei Arten von rohem Schwefel. Man hält denjenigen, welcher hinsichtlich seiner Farbe dem gewöhnlichen Stangenschwefel am nächsten steht, für die Sorte, welche durch dieß Verfahren am leichtesten zu reinigen ist. Es

107. Es wurde bereits gesagt, daß der Schwefel sich sublimiren kann. Man überzeugt sich leicht von dieser Eigenschaft, wenn man einige Gramme von diesem Körper in eine Glasretorte erhitzt; der Schwefel geräth bald ins Kochen und sein Dampf verdichtet sich dann wieder am obern Theile oder im Halse der Retorte in Form eines feinen Pulvers, was unter dem Namen von Schwefelblumen bekannt ist. Wird die Operation weiter fortgesetzt, so wird dieser verdichtete Schwefel wiederum flüssig und fließt durch den Hals der Retorte in Form einer rothen oder gelben Flüssigkeit in die Vorlage, worin er aufs neue erstarrt.

108. Wird der Schwefel an der Luft oder gar in Sauerstoffgas erhitzt, so entzündet er sich bei einer Temperatur von 200° C., brennt dann mit blauer Flamme und erzeugt durch Verbrennung stechende Dämpfe. Was sich in diesem Feuer findet ist schweflichte Säure und zwar, wie wir bald sehen werden, wann die Luft trocken ist; außerdem aber bildet sich auch ein wenig Schwefelsäure, wenn jene feucht ist.

109. **Bereitung.** Man kann füglich die Bereitungsarten des löslichen Schwefels in zwei Abtheilungen bringen. Bei der ersten beschränkt man sich darauf, diesen Stoff, der sich so häufig in der Natur im isolirten Zustande findet, zu reinigen von den nur mechanisch damit gemengten Stoffen. In die zweite Abtheilung gehören alle diejenigen Methoden, welche auf die Zersetzung der metallischen Schwefelverbindungen durch die Hitze sich gründen.

110. Die Reinigung des natürlichen Schwefels besteht gewöhnlich aus zwei Destillationen; die erste welche ganz im Groben an den Orten der Gewinnung oder in geringer Entfernung davon vorgenommen wird, bezweckt einen minder kostspieligen Transport; die zweite, welche nicht Sorgfalt an dem Orte des Verbrauchs selbst ausübt wird, liefert den Schwefel in der zu seiner verschiedenen Benützung tauglichen Beschaffenheit.

Die erste Destillation wird in einem Galeerenofen vorgenommen. Es ist dieß ein langer Ofen, in welchem man bis 12 irdene Töpfe so in zwei Reihen setzt, daß ein Zwischenraum von zwanzig Zoll bleibt. Von diesen Töpfen hält

gehalten, welche durch zwei gut eingelassene Klammern befestigt ist. Indem der Schwefeldampf, welcher den Kessel verläßt, durch den Kanal (x) in eine Kammer dddd geht, verdichtet er sich an den Wänden derselben zum feinen Pulver, welches die Schwefelblumen sind. Diese Kammer ist mit zwei Klappen versehen, welche einem Übermaaß des Gases einen Ausgang, aber der atmosphärischen Luft keinen freien Zutritt in den Apparat gestatten. Diese Klappen sind bloß Blechplatten, welche auf eisernen Rahmen ruhen.

Mittelsst einiger leichten Abänderungen kann man mit diesem Apparate nach Belieben Schwefelblumen oder Stauschwefel erzeugen. Es ist begreiflich, daß der Dampf, welcher anfänglich schnell durch die Berührung der kalten Mauern der Kammer verdichtet wurde, diese nach und nach erwärmen muß, es tritt endlich auch ein Zeitpunkt ein, wo der Dampf, statt sich zu verdichten, seine Wärme dem schon condensirten Schwefel mittheilt und ihn in den tropfbar flüssigen Zustand überführt, während er selbst zugleich dieselbe Veränderung erleidet. Es ergiebt sich hieraus, daß es, um Schwefelblumen zu erhalten, nöthig ist, die Operation nach einer gewissen Zeit zu unterbrechen, während man dieselbe ungestört fortsetzen muß, wenn man flüssigen Schwefel bereiten will. Man begreift ferner, daß es im ersten Falle vortheilhaft seyn wird, eine große Kammer anzuwenden, während dagegen im zweiten Falle eine Kammer von kleinerem Umfange weit zweckdienlicher seyn muß. Um endlich die Schwefelblumen herauszunehmen, ist es nöthig, daß man durch eine Thüre in die Kammer gelangen könne, während, wenn der Schwefel in den flüssigen Zustand übergeführt werden soll, es hinreicht am Boden der Kammer eine durch Hähne verschließbare Röhrenleitung anzubringen, durch welche er heraus in die Formen geleitet werden kann. Die Thüre wird nur dann geöffnet, wenn eine Reinigung oder Ausbesserung im Innern der Kammer vorgenommen werden muß. Diese Thüre ist gleichfalls aus starkem Gußeisen gemacht und muß sorgfältig befestigt und verkittet werden.

Dies sind sämmtliche Abänderungen, welche diese Apparate erleiden. Destillirt man 100 Kilogr. Schwefel wäh-

rend einer Stunde in einer Kammer von 64 Meter Kubikinhalt und setzt die Arbeit Tag und Nacht fort, so erhält man flüssigen Schwefel.

Destillirt man aber 100 Kilogramme Schwefel in der Stunde in einer Kammer von 320 Kubikmeter und arbeitet nur am Tage, so erzeugt man im Gegentheile Schwefelblumen.

Dem flüssigen Schwefel giebt man die bekannte Stangenform, indem man ihn in leicht konische Formen von Lannenholz gießt, welche etwas benetzt aber wieder wohl abgetropft sind. Während der Schwefel in diesen Formen erkaltet krystallisirt er und zieht sich sichtlich zusammen, indem eine mit unregelmäßig gruppirten Nadeln erfüllte Höhlung entsteht, welche die Stangen stets gegen ihre Axt hin an der dem obern Theile der Form entsprechenden Seite zeigen. (Tafel 8. Fig. 5.)

113. Die größte Unbequemlichkeit, welche mit dieser Bereitungsweise verbunden ist, besteht in der Leichtigkeit, mit welcher sich der Schwefel hierbei entzünden kann. Es kann sich ereignen, und ist zuweilen schon vorgekommen, daß die Schwefeldämpfe, welche mit atmosphärischer Luft gemengt die Kammer erfüllen, eine zur Entzündung des Schwefels hinreichende Temperatur von 170° C erreichen. In diesem Falle sind die große Ausdehnung des Gasgemenges, die hohe Temperatur, welche sich bei der Verbrennung entwickelt und endlich die ploßliche Verdichtung alles Schwefeldampfes, der sich in schweflichte Säure umwandelt, sämtlich Ursachen, welche dazu beitragen können, diese Detonationen heftig und gefährlich zu machen. Das beste Mittel zu Vermeidung derselben wurde, wie es mir scheint, darin bestehen, die Kammern mittelst ähnlicher Klappen zu verschließen, wie solche bei der Schwefelsäurebereitung angewendet werden, wovon später die Rede seyn wird, indem man nämlich das Wasser durch Ohl ersetzt. Man könnte allen Sauerstoff, der sich in den Kammern befindet, wegschaffen, wenn man Schwefel oder Kohle darin verbrennen würde, und wäre im Stande die Wiedererneuerung dieser Luft zu verhindern, indem man die Verbindung zwischen dem Kessel und der Kammer durch eine gußeiserne Platte während

des Einbringens des Schwefels und Herausnahme des Rückstandes abschleife. Die Anwendung dieses Mittels würde wenig Schwierigkeit für die Kammern haben, in welchen beständig gearbeitet wird, denn wäre der innere Raum einmal von Gasestoff entleert, so würde die Luft den Kammern lange davon befreit bleiben. Winder leicht dürfte bei den Kammern Anwendung davon gemacht werden können, in welchen die Arbeit fortwährend unterbrochen wird.

114. Die vor zwanzig Jahren noch so häufig sich ereignenden Detonationen kommen jetzt so selten vor, daß sie den Fabrikanten fast gänzlich unbekannt geworden. Ich weiß nicht, ob man diese Thatsache genügend erklären kann, denn die einzige bemerkenswerthe Abänderung, welche man in dem Gange der Operation eingeführt hat, besteht in einem häufigen Abgießen des für die Destillation bestimmten Schwefels. Man will hierdurch offenbar den Schwefel möglichst reinigen, damit man nicht nöthig hat, den Rückstand nach jeder Destillation herauszunehmen. Die Arbeiter, welchen die Reinigung des Kessels obliegt, werden dadurch sehr belästigt, da sie bei dieser Arbeit dem nachtheiligen Einflusse der schweflichten Säure ausgesetzt sind. Man hat sogar ein eigenes Verfahren erdacht, wodurch der Kessel fortwährend gefüllt werden kann, welches gekannt zu seyn verdient. Der Rauch des unter dem Destillations-Kessel befindlichen Feuers zirkulirt, anstatt geradezu in den Schornstein aufzusteigen, um einen großen offenen Kessel, in welchen man den rohen Schwefel bringt. Dieser wird flüssig, und setzt die in ihm enthaltenen fremdartigen Stoffe ab. Vom Boden des Destillations-Kessels geht eine Röhre aus, welche den zum Abgießen bestimmten Kessel seiner ganzen Höhe nach durchläuft. Derjenige Theil der Röhre, welche die Masse des abzugießenden Schwefels auf solche Art durchläuft, mündet sich in mit Ventilen versehenen Tubulirungen, welche in verschiedenen Höhen angebracht sind und mittelst welcher man die sämmtliche defantirte Schwefelmasse nach und nach in den für die Destillation bestimmten Kessel bringen kann. Diese Vorrichtung gestattet, wie man sieht, eine schnellere Fabrication, weil der Schwefel beständig kochend in den Kesseln er-

halten werden kann; man erspart dabei sehr viel an Brennmaterial und es ist ferner noch das Reinigen des Kessels seltener nöthig; die Destillations-Kessel dauern außerdem auch länger, indem sich weniger Schmutz in ihnen ansetzt und sie deshalb eine minder hohe und mehr gleichmäßige Temperatur annehmen.

Den Einfluß, welchen das Abgießen auf die Detonationen hat, kann man sich auf folgende Weise erklären: der rohe Schwefel, welchen man der Destillation unterwirft, enthält eine ziemlich bedeutende Menge Schwefelwasserstoffsäure, wie auch eine der Naphta ähnliche öhlig-Substanz; als Rückstand bleibt dann Kieselerde, Schwefelkies, kohlen-saurer Kalk und eine Art von Erdpech (Bitumen) (Traquelin ann. de Chimie Bd. 25. p. 60.) Nicht unwahrscheinlich ist es, daß die Anwesenheit der Schwefelwasserstoffsäure und des öhlichen Dampfes in den Kammern viel zu den Detonationen beigetragen hat. Das Abgießen, welches man jetzt mit dem Schwefel vornimmt, hat außer den bereit angegebenen Vortheilen noch den, daß es den rohen Schwefel vom Öhle befreit, welches, indem es in Dampf verwandelt wird, oder sich dergestalt zerlegt, daß es Schwefelwasserstoffsäure bildet, die Atmosphäre der Kammern zu Detonationen geeignet macht. *)

Wie es sich auch hinsichtlich der Ursachen, welche die Detonationen veranlassen, verhalten mag, so wenn wir doch die Zeitpunkte der Operation angeben, in welchen sie zu befürchten sind, wenn man nicht defantirten Schmelz befüllt; immerhin empfehlen wir jedoch, das Abgießen vor der Destillation vorzunehmen.

115. Bei den beiden Operationen, welche wir zu beschreiben wollen, verrichtet man eine eigentliche Destillation,

*) Der graue Bodensatz, welcher bei dem Abgießen zurückbleibt, Detonglanz und ist unter dem Namen Schwefelschlamm bekannt; er enthält noch eine so beträchtliche Menge Schwefel, daß man sich einige Zeit seiner zur Bereitung der Schwefelsäure bedient hat. Da die Destillatoren eben nicht mehr zu diesem Zwecke verkaufen können, so sind sie jetzt leere ungeheurer Massen, die sie nicht zu benützen im Stande sind, wahlisch wegen des darin befindlichen Erdpeches, welches in allen Fällen Benützung hinderlich ist.

allein die Temperatur der Vorlage darf nicht 107° C erreichen, wenn man Schwefelblumen bereiten will, muß aber dagegen diese Temperatur etwas überschreiten, wenn flüssiger Schwefel gewonnen werden soll.

Nehmen wir an, es seien Schwefelblumen zu bereiten. Sobald der Kessel gefüllt ist, die Thüren mit Thon verlittet sind und die Ventile frei spielen können, kann man anfangen zu feuern. Da der rohe Schwefel mehr oder weniger Wasser noch enthält, so verflüchtigt sich dieses bei 100° und es wird eine Art von Sieden hörbar. Dieses Geräusch hört bald auf: bei 107° wird der Schwefel flüssig und wenn er die Temperatur von 150° erreicht hat, so entzündet sich seine der Luft ausgesetzte Oberfläche. Bald jedoch hört die Verbrennung wieder auf, wenn nämlich die mit dem Schwefel in Berührung stehende Luft einen beträchtlichen Theil ihres Sauerstoffs abgegeben und dafür mit einer entsprechenden Menge schweflichter Säure sich angefüllt hat. In dem Augenblicke wo der Schwefel sich entzündet, werden die Klappen emporgehoben und saure Dämpfe strömen mit mehr oder weniger Heftigkeit aus der Kammer. Man darf nun das Feuer verstärken und zwar bis endlich der Schwefel ins Kochen kömmt. Von diesem Zeitpunkt an, muß man ein gelindes Feuer unterhalten, damit der Schwefeldampf nicht in zu großer Masse in die Kammer ströme und seine Verdichtung an den Wänden schnell statt finden könne. Man erkennt, ob die Temperatur hoch genug ist, wenn man auf den Hitzgrad der Gußeisenplatte achtet, welche die über dem Kessel befindliche Öffnung schließt. Die Temperatur muß so hoch seyn, daß Schwefelstückchen, welche man darauf legt, sich entzünden. Die Beendigung der Operation wird erkannt, wenn man durch ein in der gußeisernen Thüre angebrachtes Loch einen Eisenstab in den Kessel bringt und dieser beim Herausnehmen keine Anhängsel von flüssigem Schwefel zeigt. Es bleibt zuletzt ein Rückstand, der, nachdem man die Platte entfernt hat, mit einem eisernen Löffel herausgenommen wird. Man bringt hierauf ein neues Quantum Schwefel in den Kessel und setzt die Platte wieder darauf. Dieß ist der für Detonationen gefährliche Augenblick, denn die Atmosphäre

der Kammer besteht aus Schwefeldämpfen, Schwefelwasserstoffsaure, öhligen Dämpfen, schweflichter Säure, Stickstoff und einer veränderlichen Menge von Sauerstoff. Wenn während dem Herausnehmen die Luft nicht hinein dränge, so würde diese Gemenge wahrscheinlich zu wenig Sauerstoff enthalten, um verpuffen zu können; aber sobald man die Platte hebt, stürzt die äußere atmosphärische Luft in die Kammer, so daß bei wieder beginnender Destillation die Erscheinungen der Schwefelentzündung sich wieder erneuern und sehr gefährbringend werden können. Ein Register, wodurch die Verbindung zwischen der Kammer und der äußern Luft abgeschlossen werden könnte während dem Ausleeren und Wiedereinfließen des Kessels, würde mithin von Nutzen seyn. Die nämlichen Erscheinungen können bei den folgenden Operationen immer beobachtet werden.

Die gebundene Wärme des Schwefeldampfes, welche bei der Verdichtung desselben frei wird, erhöht stets die Temperatur der Wände der Kammer. Die ganze Kunst der Schwefelgewinnung besteht demnach darin, die Operation so zu leiten, daß diese Temperaturerhöhung nicht so schnell kalt finde, daß die Mauernwände bis auf 107° C. erhitzt werden. Man erfüllt diese Bedingung, wenn man die Arbeit unterbricht und dadurch den Wänden Zeit läßt, sey es durch Entstrahlung der Wärme oder durch die Berührung mit der äußern kältern Luft, sich abzukühlen. Ungeachtet dieser Vorichtsmaaßregel zeigt sich oft, an den dem Kessel zunächstliegenden Theilen, geschmolzener Schwefel; auch findet man an den Wänden der Kammer oft Schwefel als kleine Körner von sandigem Ansehen angehäuft, ja bisweilen sogar Schwefelkrystalle. Vielleicht ließe sich diese Operation regelmäßiger und schneller ausführen, wenn man die Mittel, wodurch die Abkühlung bewirkt wird, vermehren könnte. Man dürfte nur z. B. durch die Kammern gußeiserne Röhren führen, welche mit kaltem Wasser gefüllt wären, was sich fortwährend langsam erneuert; dadurch würde vielleicht eine Verminderung des Umfanges der Kammer möglich gemacht, und die Destillation schneller vor sich gehen können.

Bei dem gewöhnlichen Verfahren ist der Verlust 18 bis 20 Procent; der zum Theil vom Verbrennen des Schwefels herrührt, was sich oft wiederholt, weil man, um die Abkühlung zu beschleunigen, von Zeit zu Zeit die Klappen, während die Arbeit ruht, öffnet, um kalte Luft hinein zu lassen. Die im Handel vorkommenden Schwefelblumen sind stets schwefelichter Säure oder Schwefelsäure verunreinigt, was Erzeugnisse dieser wiederholten Verbrennungen sind *). Man reinigt sie sehr leicht davon durch wiederholtes Waschen mit Wasser **).

116. Die durch Hrn. Michel vorgeschlagene Abänderung reduziert den Verlust auf 11 bis 12 Procent und beschleunigt die Bereitung. Wenn der Schwefel destillirt worden ist, so ist er eben so rein als die Schwefelblumen. Die Operation dabei ist viel einfacher, denn statt der so unregelmäßigen Abkühlungsmittel für die Kammern, hat man nur zu sorgen, daß die Temperatur im Gegentheil über 107° und die Schnelligkeit bei den Destillationen, welche an sich ein sicheres und beträchtlicher Gewinn ist, erhalten wird. Statt eines einzigen Kessels wendet man gewöhnlich oder noch mehrere für ein und dieselbe Kammer an. Die Abänderung macht es möglich mit größerer Schnelligkeit, niedriger Abgang und einem kleinern Betriebskapital zu arbeiten und in einem einzigen Apparat dieselbe Menge gereinigten Schwefel zu erhalten, welche sonst nur durch Anwendung von zwei oder mehreren Apparaten mit einem Kessel erzeugt werden können. Wenn der erste Kessel so heiß geworden, daß der Schwefel sich entzündet, so zeigen sich bereits beschriebenen Erscheinungen. Nachdem das mehr weniger lebhaftes Blasen, welches diesen Zeitpunkt charakterisirt, Statt gefunden hat, geht die Destillation ohne Un-

*) Noch werden unseres Wissens die Schwefelblumen, die im Handel in Deutschland vorkommen, aus Marseille bezogen. Es möchte sich daher verlohnen, unter sonst günstigen Umständen diese Waare auch in Deutschland zu bereiten, da immerhin ein nicht unbedeutender Verbrauch davon findet. M. u. M.

**) Wenn man die Luft der Kammer entleert, um sich hinzugeben, so dergestalt mit dampfförmiger Schwefelsäure beladen, daß sie auf Vegetation der nächsten Umgebungen der Fabriken schadet.

Kammer besteht aus Schwefeldämpfen, Schwefelwasser-
saure, ebligen Dämpfen, schweflichter Saure, Stickstoff
einer veränderlichen Menge von Sauerstoff. Wenn wäh-
rend dem Herausnehmen die Luft nicht hinein dränge, so wür-
de die Gemenge wahrscheinlich zu wenig Sauerstoff ent-
halten, um verpuffen zu können; allein sobald man die Platte
hebt, stürzt die äußere atmosphärische Luft in die Kam-
mer, so daß bei wieder beginnender Destillation die Erschei-
nungen der Schwefelentzündung sich wieder erneuern und
wiederbringend werden können. Ein Register, wodurch
Verbindung zwischen der Kammer und der äußern Luft
geschlossen werden könnte während dem Ausleeren und
Bereinfachen des Kessels, würde mithin von Nutzen

Die nämlichen Erscheinungen können bei den folgen-
den Operationen immer beobachtet werden.

Die gebundene Wärme des Schwefeldampfes, welche
der Verdichtung desselben frei wird, erhöht stets die Tem-
peratur der Wände der Kammer. Die ganze Kunst der
Schwefelgewinnung besteht demnach darin, die Operation
zu lenken, daß diese Temperaturerhöhung nicht so schnell
eintreffe, daß die Mauerwände bis auf 107° C erhitzt wer-

Man ersaßt diese Bedingung, wenn man die Arbeit
erleichtert und dadurch den Wänden Zeit läßt, sey es
durch Entstrahlung der Wärme oder durch die Berührung
der äußern kaltern Luft, sich abzukühlen. Ungeachtet
der Vorsichtsmaaßregel zeigt sich oft, an den dem Kessel
anliegenden Theilen, geschmolzener Schwefel; auch fin-
det man an den Wänden der Kammer oft Schwefel als
in Körner von sandigem Ansehen angehäuft, ja biswei-
len sogar Schwefelkrystalle. Vielleicht ließe sich diese Ope-
ration regelmäßiger und schneller ausführen, wenn man die
Kammer, wodurch die Abkühlung bewirkt wird, vermehren
könnte. Man dürfte nur z. B. durch die Kammern gußei-
sener Röhren führen, welche mit kaltem Wasser gefüllt wä-
ren, was sich fortwährend langsam erneuert; dadurch würde
nicht eine Verminderung des Umfanges der Kammer
gemacht, und die Destillation schneller vor sich ge-
hen können.

117. Das Gießen des Schwefels geschieht auf eine sehr einfache Weise. Man öffnet den von der Kammer ausgehenden Kanal am äußern Ende, schmelzt den Schwefel welcher die Öffnung noch verstopft und läßt nun den flüssigen Schwefel in die Formen fließen. Wenn man rohen Schwefel destillirt, so trägt man Sorge, nicht den ganzen Inhalt der Kammer herausfließen zu lassen, weil die flüssige Schwefelmasse mit einer schweflichte Säure und Schwefelsäure haltigen Wasserschicht bedeckt ist, welche die gußeisernen Platten angegriffen hat und dadurch schwärzlich gefärbt erscheint. Die letzten Antheile Schwefel würden mehr oder weniger verunreinigt seyn und eine neue Destillation erfordern; allein da das Quantum dieses unreinen Schwefels unveränderlich dasselbe bleibt, wie groß auch die Menge der Flüssigkeit seyn mag, so ist es in diesem Falle besser, nur selten als möglich die Masse ganz abfließen zu lassen *).

118. Man gewinnt den Schwefel auch aus einigen Schwefelmetallen; in diesem Falle wird die erste Operation wodurch man rohen Schwefel erhält, auf verschiedene Weisen vorgenommen. Zuerst wollen wir bemerken, daß man bei mehreren metallurgischen Arbeiten, die auf die Behandlung der Schwefelmetalle sich gründen, damit beginnt, einen Theil Schwefel, welche diese enthalten, fortzuschaffen. Es ist dies der Fall bei Behandlung der Verbindung des Schwefeleisens mit Schwefelkupfer (Kupferkies), welche bei der Kupfergewinnung angewendet wird; ferner findet dieß Statt bei Bereitung des schwefelsauren Eisens oder des gewöhnlichen Eisenvitriols aus dem natürlichen Schwefeleisen (Schwefelkies). Die Scheidung des Schwefels aus den Schwefelverbindungen,

welches alle rohen Schwefel begleitet, so wie dies auch bei den bereits früher (111) bezeichneten Abänderungen derselben der Fall seyn kann. Diese Fragen erfordern eine neue Prüfung dieses Gegenstandes.

*) In den meisten Fabriken, in welchen man destillirten Schwefel bereitet, pflegt man jetzt in die Kammer eine gewisse Menge von bloß abgewaschenem Schwefel zu bringen, welcher auf Kosten der gebrauchten Wärme der Destillation des destillirten Schwefels schmilzt. Der im Handel vorkommende destillirte Schwefel ist demnach eigentlich eine Gemenge von destillirtem und abgewaschenem Schwefel.

gegen des Kupfers ist mit der Gewinnung dieses Metalls eng verbunden und liefert so wenig Schwefel, daß es unmöglich ist, in dem Theil unseres Werkes derselben zu gedenken, in welchem wir uns mit der Kupfergewinnung zu beschäftigen.

119. Es gilt dieß nicht von der Behandlung des ersten Schwefeleisens; man kann dieses mit Vortheil auf Schwefel benutzen, indem man damit zugleich die Bereitung schwefelsauren Eisens verbindet. Um die Gewinnung selber besser zu verstehen, genüge hier die Bemerkung, daß Schwefeleisen im Maximum an vielen Orten in der Natur vorkommt, und so zusammengesetzt ist, daß wenn man die Hälfte seines Schwefels entzieht, das Eisen und Schwefel dann in einem solchen Verhältniß verbunden bleibt, daß wenn jenes in Drydul und dieser in Schwefelsäure umgewandelt wird, daraus neutrales schwefelsaures Eisenerz hervorgeht. Das natürliche Schwefeleisen im Maximum enthält 54 Procent Schwefel; es kann demnach 46 Procent davon verlieren, ohne daß es dadurch zur Bereitung des schwefelsauren Salzes untauglich würde. Die Wirkung der Hitze ist schon hinreichend, um aus der Verbindung, nicht das Ganze, doch wenigstens einen Theil des Schwefelüberschusses abzuscheiden. In der Folge werden wir sehen, daß der durch die Hitze abgeschiedene Schwefel nur 2 der ganzen im Schwefeleisen enthaltenen Schwefelmenge beträgt, nämlich ungefähr 21 bis 22 Procent des Schwefeleisens im Maximum. Unglücklicher Weise aber kann man nur so viel Schwefel gewinnen, wenn man eine Hitze anwendet, welche das Schwefeleisen, das als Rückstand bleibt, schmelzen würde: ein Umstand, den man sorgfältig vermeiden muß, weil man sonst, um jenen herauszunehmen, gezwungen seyn würde die Destillationsapparate zu zerstören.

Die Erfahrung lehrt, daß, wenn man sich begnügt nur 13 bis 14 Procent Schwefel abzuscheiden, der Rückstand in Form eines Harzes bleibt und mithin leicht aus den Apparaten entfernt werden kann. Nach dieser vorausgeschickten Bemerkung wird das ganze Verfahren leicht verstanden werden können.

120. Das jetzt gebräuchliche Verfahren zu Zell
Zelt bekannt und wird in Sachsen und Böhmen
allgemein angewendet; dagegen aber hat man in
Sachsen erst seit einigen Jahren beschränkten Gebrauch.
Die Einführung desselben verdankt man Hrn. Datz
einem der geschicktesten Fabrikanten Frankreichs.

In Sachsen und Böhmen (Tafel 8. Fig. 4.) si
quer in einen Galeeren-Ofen thönerne Röhren ein,
beiden Enden mit Mündungen versehen sind und nur
über den Ofen zu beiden Seiten hervorragen. Die
ren sind auf einer Seite enger und werden in den Ofen
ter einer sanften Neigung von einem Zoll nach der
Mündung hin eingesetzt, so daß diese Seite am nied
liegt. An das engere und am meisten geneigte End
innen eine irdene selherförmige Scheibe angebracht,
das Mineral herabzufallen hindert und deren Zwischen
den nöthigen Raum für das abfließen des Schwefel
bieten oder seinem Dampf einen Durchgang gestattet.
diesem Ende wird eine irdene Röhre angepaßt, wel
stimmt ist, den Schwefel in eine mit Wasser versehen
lage zu leiten, worin er verdichtet wird. Diese Vor
von Holz und mit einer Bleiplatte bedeckt, die mit ein
nung versehen ist, um der ausgedehnten Luft einen
gang zu gestatten. Nachdem diese Vorrichtungen ge
worden, füllt man die Röhre durch die weite Öffnung
Schwefelflies an, schließt dieselbe hierauf mit einer i
Platte und schreitet, nachdem man die Fugen verstricht
zur Destillation. Durch den so vorgerichteten Appara
her Schwefel abfließen, ohne das eine hohe Temp
im ganzen Umfang der Röhre nöthig wäre, allein das
dunkel kann auch einigermaßen verunreinigt werden.
Ofen enthält 12 oder 24 Röhren und jede derselben wi

*) Zu Kislattel und Dautschitz ohnweit Karlsbade möchten
größten Schwefelstätten dieses Art in Deutschland existiren. Diese
sind in noch mit der Streckung der Mineralvorkommen und der zugehörigen
felsäuren verbunden, und außerordentlich durch das gleichzeitig vorhan
sehr wohlfeile Brennmaterial begünstigt, welches die Natur derselben
liche Braunkohle in ungeheurer mächtigen Lagern darbietet. K. u. K.

12,5 Kilogr. Mineral gefüllt, zu deren Destillation 8 Stunden erforderlich sind.

In einem Ofen von 24 Röhren werden demnach 63 metrische Zentner Mineral die Woche durch destillirt und man erhält davon 8,5 metrische Zentner Schwefel, was ungefähr 14 pr. Cent. beträgt, wie oben bereits erwähnt wurde.

Hr. Dartigues hat in seiner bei Ramur gelegenen Fabrik nur dieses Verfahren darin abgeändert, daß er zylindrische Röhren anwendet und sie horizontal einsetzt. Die Arbeit geht übrigens auf gleiche Weise von Statten. Er giebt jedesmal 25 Kilogr. Mineral in jede Röhre. Es befinden sich davon 24 in jedem Ofen. Eine Destillation ist nach Verlauf von 6 Stunden vollendet.

Da Hr. Dartigues doppelt so viel rohes Material in die Röhren einsetzt und die Destillation längere Zeit dauert, so kann er 168 metrische Zentner die Woche durch behandeln und daraus 22 bis 23 metrische Zentner Schwefel gewinnen; er erhält gleichfalls nur 13 bis 14 pr. Cent. Schwefel, und zwar aus den bereits oben angeführten Gründen.

121. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß bei allen diesen Operationen der gewonnene Schwefel ungefähr den vierten Theil von dem anfänglich im Schwefelkies enthaltenen beträgt. Dieser Umstand scheint darauf hinzudeuten, daß der Rückstand eine Verbindung nach bestimmten Verhältnissen ist und zwar so, daß wenn das Schwefeleisen im Maximum aus einem Atom Eisen und zwei Atomen Schwefel gebildet ist, dieser Rückstand aus zwei Atomen Eisen und drei Atomen Schwefel bestehen würde. Es folgt hieraus, daß diese Schwefelverbindung dem rothen Eisenoryd entspricht, woraus ferner hervorgeht, daß wenn das Eisen in Dryd verwandelt und der Schwefel vollkommen gesäuert würde, daraus ein neutrales schwefelsaures Eisenoryd sich bilden müßte. Wir werden später sehen, wie es zugeht, daß der Rückstand, indem er der Luft ausgesetzt wird, dennoch bloß schwefelsaures Eisenorydul reichlich giebt.

122. Die Gewinnung des Schwefels auf die beschriebene Weise ist leicht. Allein da es, wenn sie Vortheil bringen soll, erforderlich ist, sich gute irdene Röhren zu ver-

schaffen, ferner daß man Brennmaterial zu niedrigem Preise und Schwefelkies in Überfluß habe, so findet sich die Anwendung dieses Verfahrens sehr beschränkt. Es giebt wenige Länder, wo der Preis des Schwefels so hoch stünde, daß man daran denken könnte, eine Fabrication dieser Art zu beginnen, wenn man nicht durch die angegebenen Umstände begünstigt wird. Übrigens wird aber überall, wo man Steinkohlen und guten Thon hat, die Gewinnung vorthellhaft sein, selbst wenn der Seehandel frei ist, und die Zufuhren von Schwefel zur See leicht Statt finden könnten *).

Man begreift, daß der so bereitete Schwefel sogleich bei der ersten Operation rein erhalten werden könnte; im entgegengesetzten Falle aber würde man ihn einer neuen Destillation unterwerfen müssen, welche dann in dem bereits beschriebenen Riche'schen Apparate vorzunehmen wäre.

125. **Benutzung.** Jedermann weiß, daß der Schwefel angewendet wird, um die Zündhölzchen leicht entzündlich zu machen. Sein niedriger Preis macht diese Anwendung möglich, und man muß zugleich bemerken, daß wenig Materien zu diesem Zwecke geeignet wären. Ein Zündhölzchen muß mit einem an der Luft ziemlich unveränderlichen Körper versehen sein, der schon bei einer niedrigen Temperatur entzündlich ist und zugleich das Holz anzuzünden vermag. Diese drei Bedingungen möchten, des niedrigen Preises des Stoffes nicht zu gedenken, ohne Zweifel bei jedem andern Körper schwer vereinigt zu treffen seyn. Man muß hierbei zugleich bemerken, daß wenn der Schwefel sich nicht gänzlich in gasförmige schweflichte Säure verwandelte, sondern im Gegentheil durch seine Verbrennung eine feste Säure bildete, so würde Letztere das Holz überziehen und dessen Verbrennung hindern. Dieß

*) Die ungeheuren Schwefelmassen, welche gegenwärtig in Frankreich zur Schwefelsäurefabrication, namentlich in Marseille, Paris und Rouen verbraucht werden, kommen aus Sicilien, wo dieser Körper in den dortigen vulkanischen Gebirgsmassen in großer Menge gefunden wird. Der einmal gereinigte Schwefel kostet gegenwärtig in Paris 18 Franken d. 100 Kilogr. Dieser äußerst billige Preis gestattet auch, die für die Künste jetzt so wichtige Schwefelsäure sehr billig zu liefern, was auf viele Gewerbe einen wohlthätigen Einfluß übert. H. u. E.

ist oft der Fall, wenn man sich der Phosphorfeuerzunge bedient.

Die Bereitung der gewöhnlichen Schwefelhölzchen ist äußerst leicht. Man bildet die Hölzchen in Päckchen zusammen und taucht sie dann an beiden Enden in geschmolzenen Schwefel ein. An jedem Zündhölzchen bleibt ein Tropfen Schwefel hängen, der beim Erkalten starr wird.

124. Man wendet ferner den Schwefel an, um sich mancherlei Abdrücke oder Abgüsse zu machen. Will man eine Medaille in Schwefel abdrücken, so muß man diese mit Öhl bestreichen, wieder leicht abtrocknen, und dann mit einem Bleibande umgeben oder ringsherum einen erhabenen Rand aus Wachs bilden. Man gießt hierauf in den kleinen dadurch entstandenen schachtelartigen Raum, dessen Boden die Vorderseite der Medaille bildet, sehr reinen und feinen dünn angerührten Gyps. Man muß den Gyps sehr langsam und sorgfältig anrühren, um keine Gasblasen in seine Masse zu bringen, welche den Guß entstellen könnten. Sobald der Gyps erstarrt ist, löst er sich leicht von der Medaille ab und man hat so eine vertiefte Form. Durch ein ganz ähnliches Verfahren, indem man nämlich den geschmolzenen Schwefel auf diese Form gießt, verschafft man sich Abgüsse, welche der Medaille selbst ganz ähnlich sind. Man begreift wohl, daß man auch umgekehrt zu Werke gehen kann, indem man Schwefel auf die mit Öhl bestrichene Medaille gießt und dadurch vertiefte Abgüsse erhält, die man wiederum anwendet, um erhöhte Gypsabgüsse zu machen. Noch ist zu bemerken, daß der Schwefel während seinem Erstarren sich zusammenzieht, dagegen aber der Gyps sich ausdehnt; woraus hervorgeht, daß wenn man Gypsabgüsse auf Schwefel oder Schwefelabgüsse auf Gyps macht, die durch den einen Körper am Modelle hervorgebrachten Veränderungen, durch den andern wieder verbessert werden. Es würde dies nicht Statt finden, wenn man sich nur des Gypses bediente und beständig Gyps auf Gyps abgöße.

Der Schwefel wird auch angewendet um das Eisen in Steine einzufitten oder einzugießen.

Beim Verbrennen liefert er schweflichte Säure, und unter besondern Umständen selbst Schwefelsäure.

Man verbindet ihn mit Kali und Kalk, um die Schwefelverbindungen dieser Stoffe darzustellen, welche in der Medizin angewendet werden; in Verbindung mit dem Quecksilber bildet er den Zinnober.

Endlich, und diese Benützung ist nicht die unwichtigste, wird er zur Bereitung des Schießpulvers gebraucht, von dem er einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht.

Wir werden später auf alle diese Anwendungen wieder zurückkommen.

Schwefelwasserstoffsäure.

(Synonyme: Hydrothionsäure, Schwefelwasserstoff, geschwefelter Wasserstoff, Schwefel-leberluft, hepatische Luft. Lat. *Acidum hydrothionicum, acidum hydrosulphuricum*. Franz. *acide hydrosulphurique*.)

125. Eigenschaften. Die Schwefelwasserstoffsäure ist ein farbloses Gas; ihr Geruch und Geschmack ist dem der faulen Eier ähnlich und unerträglich stinkend. Das eigenthümliche Gewicht dieses Gases ist 1,1912, wenn das der Luft = 1 angenommen wird. Brennende Körper in dasselbe gebracht, verlöschen; das Lakmus wird schwach von ihm geröthet. Durch starkes Zusammenpressen und Erkalten wird es tropfbar flüßig.

Dieses Gas wirkt so tödtlich, daß ein Grünling oder Sperling sogleich in einer Atmosphäre stirbt, welche nur 1:500 davon enthält. Ist 8:100 von diesem Gase mit atmosphärischer Luft gemischt, so reicht es schon hin, einen Hund von mittlerer Größe zu tödten; ein Pferd aber stirbt, wenn es einige Zeit Luft eingeathmet hat, welche 7:100 desselben enthielt. Die Zufälle, welche dieser Körper hervorbringen kann, wiederholen sich sogar häufig in den Laboratorien, obgleich man seine nachtheilige Wirkung bereits kennt; ist man jedoch einigermaßen vorsichtig, so können dieselben immer vermieden

werden. Übrigens äußert das Chlor auf das Schwefelwasserstoffgas eine so schnelle Wirkung, daß man dasselbe in Nothfällen sehr vortheilhaft anwenden kann, um die nachtheiligen Folgen des Letztern zu verhüten.

In der Rothglühhitze wird das Schwefelwasserstoffgas zum Theil zersetzt und Wasserstoff und Schwefel werden dadurch frei. Der Sauerstoff oder die Luft, wenn beide trocknen sind, äußern bei gewöhnlicher Temperatur keine Wirkung auf dasselbe; dagegen entzündet sich das Gemenge, wenn es bis zum Rothglühen erhitzt wird, und bildet Wasser und schweflichte Säure, so wie auch stets etwas Schwefelsäure. Wenn zu wenig Sauerstoff vorhanden wäre, so würde sich zwar immer noch Wasser bilden, allein der Schwefel würde sich dann unverbrannt absetzen. Dieser Fall tritt immer ein, wenn man das in einem Zylinderglase enthaltene Gas entzündet, wodurch dasselbe den Sauerstoff aus der umgebenden Luft anzuziehen genöthigt ist. Die noch frische, Sauerstoff enthaltende Luft erneuert sich zu langsam, um den Schwefel gänzlich zu verbrennen und in diesem Falle erhält man zugleich Wasser, schweflichtsaures Gas und Schwefel.

Das Schwefelwasserstoffgas brennt mit blauer Flamme, ähnlich wie der Schwefel für sich allein. Chlor, Brom und Jod zersetzen das Schwefelwasserstoffgas auf der Stelle; es bildet sich nach dem Verhältniß, in welchem diese Stoffe zusammenkommen, entweder Chlor-, Brom- und Jodwasserstoffsäure nebst einer Ablagerung von Schwefel, oder auch wohl dieselben Säuren, aber zugleich, noch Chlor-, Brom- und Jod-Schwefel. Das Chlor wirkt so äußerst schnell darauf ein, daß das beste Mittel, eine mit Schwefelwasserstoff verpestete Luft zu reinigen, darin besteht, Chlorräucherungen zu machen, oder auch etwas wässrige Chlorauflösung auf den Boden umher zu sprengen. Die Luft wird dadurch augenblicklich gereinigt.

126. Zusammensetzung. Das Schwefelwasserstoffgas enthält ein dem seinigen gleiches Volumen Wasserstoffgas. Es läßt sich dies nachweisen, wenn man das Gas mittelst metallischem Zinn in einer gekrümmten Glasglocke behandelt. Hat man das Gas in die Glocke geleitet, so bringt man ei-

nige Gramme Zinn hinein, welches man hierauf eine halbe Stunde lang bis beinahe zur Rothgluth erhitzt. Gewöhnlich ist dann alles Gas zerlegt und es bleibt nur reiner Wasserstoff zurück. Das Zinn hat sich zum Theil in erstes Schwefelzinn verwandelt, welches mit dem angewendeten Zinnüberschuß vermengt bleibt.

Da die Dichtigkeit des Schwefelwasserstoffgases 1,1919 ist, so bleibt, wenn man die des Wasserstoffes, nämlich 0,0698 davon abzieht, für das Gewicht des Schwefels 1,1224. Nimmt man an, das Atomgewicht des Schwefels sey = 201,16, so würde die Dichtigkeit des Dampfes von diesem Körper = 2,2650 seyn, wovon die Hälfte 1,1325 beträgt, welche Zahl der vorigen ziemlich gleich kommt. Man muß daraus schließen, daß die Schwefelwasserstoffsäure zusammengesetzt ist aus

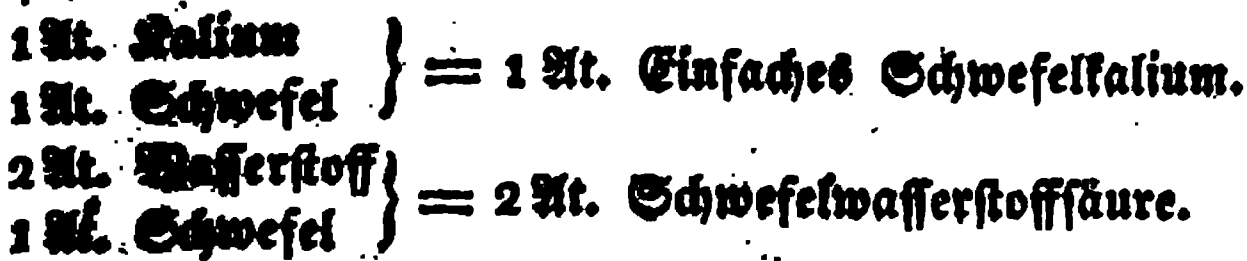
1 At. Schwefel	201,15 oder auch 94,176	
2 At. Wasserstoff	12,48	5,824
2 At. Schwefelwasserstoffsäure	213,64	100,000

Man ersieht daraus, daß die Zusammensetzung dieses Gases ähnlich der des Wasserdampfes angenommen wird, nämlich aus 1 Maass Wasserstoffgas und $\frac{1}{2}$ Maass Schwefeldampf, welche in ein einziges Maass verdichtet sind. Daß diese Zusammensetzung richtig ist, kann auch aus andern Gründen streng geschlossen werden. Behandelt man die niedrigsten Schwefelungsstufen oder ersten Schwefelverbindungen einiger Metalle wie z. B. des Natriums, des Kaliums u. s. w. durch Wasser und starke Säuren, namentlich durch Schwefelsäure, so wird das Wasser zerlegt und es bildet sich schwefelsaures Natrum oder Kali, während zugleich reine Schwefelwasserstoffsäure sich entbindet. Da nun aber die bezeichneten Schwefelverbindungen 1 At. Metall und 1 Atom Schwefel enthalten und die gebildeten Metalloryde aus 1 At. Metall und 1 At. Sauerstoff bestehen, so folgt daraus, daß die 2 At. Wasserstoff, welche von dem zerlegten Wasser herühren, mit dem einen Schwefelatom sich verbinden müssen, welches in der Schwefelverbindung existirt, um die Schwefelwasserstoffsäure zu bilden.

127. Metalle und Schwefelwasserstoffsäure. Die meisten Metalle wirken auf dieses Gas wie das Zinn,

nämlich bei einer mehr oder minder hohen Temperatur bemächtigen sie sich des Schwefels und das Wasserstoffgas wird frei.

Das Kalium und Natrium wirkt dagegen ganz anders. Sie bemächtigen sich nicht bloß des Schwefels, der zu ihrer Verwandlung in Schwefelverbindungen nöthig ist, entbinden ferner nicht allein genau eben so viel Wasserstoffgas, als sie erzeugen, indem sie das Wasser behufs der Bildung des Dryde zersetzen, sondern die so entstandenen ersten Schwefelungsstufen derselben absorbiren auch das nicht zersetzte Schwefelwasserstoffgas. Diese im unveränderten Zustande absorbirte Gasmenge ist wenigstens beim Kalium gerade derjenigen gleich, welche zersetzt worden; es geht auf solche Weise eine folgendermassen gebildete Verbindung daraus hervor:



Nach der gegenwärtig herrschenden Ansicht muß diese von Gay-Lussac und Thénard entdeckte Verbindung als schwefelwasserstoffsaures Schwefelkalium*) betrachtet werden, indem dieser letzte Körper unter vielen Umständen die Rolle einer Basis spielt.

128. Säuren und Schwefelwasserstoffgas. Obschon der Schwefel eine große Verwandtschaft zum Wasserstoff besitzt, der Sauerstoff aber dem Schwefelwasserstoff, der das Wasser bei keiner Temperatur zersetzen kann, im Gegentheil seinen Wasserstoff leicht entreißt und unter Mitwirkung des Wassers selbst bei gewöhnlicher Temperatur, so ist doch leicht einzusehen, warum die Sauerstoffsäuren

*) S. Einleitung S. 22. (23. u. 24.) Es wird nämlich nach der von Berzelius zuerst aufgestellten Ansicht diese Verbindung als ein Salz angesehen, welches sich von einem Sauerstoffsalze nur dadurch unterscheidet, daß in ihm der Schwefel die Rolle des Sauerstoffs übernimmt und mit dem Wasserstoff die Säure, so wie mit dem Kalium die Basis bildet, welche beiden sich dann zu einem Schwefelsalze (so nennt Berzelius diese Verbindungen) vereinigen. S. Poggendorfs Annal. der Phys. u. Chem. Bd. 6. St. 4. N. u. S.

eine mehr oder minder schnelle Wirkung auf denselben aussetzt, während dagegen die Wasserstoffsäuren keine Veränderung in ihm hervorbringen.

Die Chlor-, Brom- und Jod-Säure zerstören wirklich das Schwefelwasserstoffgas sehr schnell. Es wird hierbei anfangs ohne Zweifel Wasser gebildet, und Schwefel, Chlor, Brom oder Jod werden frei, welche letztere Körper aber nachher wiederum ihrerseits auf den Schwefel wirken, wenn nämlich die Einwirkung bei Ausschlag des Wassers statt findet, wie wir dies später sehen werden.

Was die übrigen Säuren betrifft, so werden wir ihre Wirkung auf den Schwefelwasserstoff nach und nach in der Ordnung, in welcher wir solche selbst kennen lernen werden, einer nähern Prüfung unterwerfen.

129. **Bereitung.** In den Laboratorien bereitet man das Schwefelwasserstoffgas, indem man das Schwefelantimon (rohes Antimonium des Handels) mit flüssiger Schwefelwasserstoffsäure in der Wärme behandelt. Man wendet hierzu eine ähnliche Vorrichtung an, wie diejenige ist, welche zur Bereitung des Chlors dient (Taf. 4. Fig. 13. oder 2.) Das pulverisirte Schwefelantimon wird in einen Kolben oder Ballon gebracht und hierauf fünf bis sechsmal so viel Salzsäure darauf gegossen; das sich entbindende Gas sammelt man sodann über Wasser oder Quecksilber auf. Um es auf seine Reinheit zu prüfen, schüttelt man es in einem Glase mit etwas concentrirter Kalilauge; wird es gänzlich davon verschluckt, so war es rein *). Man muß den Kolben langsam und gelinde erwärmen, um das Aufblähen und Übersteigen der Masse zu verhüten, welches sonst leicht ohne diese Vorichtsmaßregel Statt haben würde.

Will man sich Schwefelwasserstoff in Wasser aufgelöst verschaffen, so verfährt man auf dieselbe Weise. Die Entbindungsflasche wird dann mit einer Reihe von Woulf'schen Flaschen (Taf. 4. Fig. 2.) verbunden. Die erste davon ent-

*) Sollte aber im Gegentheil ein Rückstand bleiben, so ist dies gewöhnlich atmosphärische Luft, womit das Gas leicht verunreinigt sein kann, wenn man die ersten sich entbindenden Antheile nicht fortgehen läßt. H. u. G.

Man nimmt etwas Schwefelkalkium in Auflösung, um die sich vielleicht entbindende Salzsäure zu absorbiren, und dafür zugleich auch aus dem Schwefelkalkium noch Schwefelwasserstoff zu entbinden. Auf diese Weise erhalten dann die folgenden Flaschen nur reines Schwefelwasserstoffgas. Man fällt dieselben mit wohl ausgekochtem *) Wasser so an, daß nur ein Fünftel vom inneren Raume leer bleibt, um die Gegenwart der Luft, so viel als möglich zu vermeiden. Die letzte Flasche wird mit einer starken Auflösung von Chlorkalk angefüllt, welche schnell das vom Wasser vielleicht nicht gänzlich absorbirte Schwefelwasserstoffgas verschlucken würde.

Was bei der Erzeugung des Schwefelwasserstoffgases auf diesem Wege vorgeht, ist sehr leicht einzusehen. Das Chlor der Chlormwasserstoffsäure bemächtigt sich des Antimons und bildet Chlорантimon, während der Wasserstoff dieser Säure sich mit dem Schwefel verbindet, um die Schwefelwasserstoffsäure zu bilden. Folgendes ist die Darstellung der verwendeten und gebildeten Produkte in Atomen ausgedrückt:

Angewendete Atome.

1 Schwefelantimon	2216,38
12 Chlormwasserstoffsäure	1365,36

Hervorgebrachte Atome.

6 Schwefelwasserstoffsäure	640,92
2 Chlорантimon **)	2940,82

130. Um die Schwefelwasserstoffsäure auf eine einfache und ökonomische Weise zu bereiten, muß man stets seine Zuflucht zur Behandlung der Schwefelmetalle durch Salzsäure oder Schwefelsäure nehmen. Diejenigen Schwefelmetalle, deren man sich bis jetzt dazu bediente, sind das Schwefelantimon und das erste Schwefeleisen. Das Schwefelantimon giebt, wie wir gesehen haben, sehr reine Schwe-

*) Das Wasser wird ausgekocht, um die in ihm gewöhnlich enthaltene Luft zu verjagen, deren Sauerstoff in diesem verdichteten Zustande schnell einen Theil des Schwefelwasserstoffs so zerlegen würde, daß sich Wasser bildet und Schwefel abgesetzt wird. H. u. G.

**) Chlорантimon, welches aus 3 At. Chlor und 1 At. Antimon zusammengesetzt ist. H. u. G.

eine mehr oder minder schnelle Wirkung auf denselben ausüben, während dagegen die Wasserstoffsauren keine Veränderung in ihm hervorbringen.

Die Chlor-, Brom- und Jod-Säure zerstören wirklich das Schwefelwasserstoffgas sehr schnell. Es wird hierbei anfangs ohne Zweifel Wasser gebildet, und Schwefel, Chlor, Brom oder Jod werden frei, welche letztere Körper aber nachher wiederum ihrerseits auf den Schwefel wirken, wenn nämlich die Einwirkung bei Ausschluß des Wassers statt findet, wie wir dies später sehen werden.

Was die übrigen Säuren betrifft, so werden wir ihre Wirkung auf den Schwefelwasserstoff nach und nach in der Ordnung, in welcher wir solche selbst kennen lernen werden, einer nähern Prüfung unterwerfen.

129. **Bereitung.** In den Laboratorien bereitet man das Schwefelwasserstoffgas, indem man das Schwefelantimon (rohes Antimonium des Handels) mit flüssiger Chlorschwefelwasserstoffsäure in der Wärme behandelt. Man wendet hierzu eine ähnliche Vorrichtung an, wie diejenige ist, welche zur Bereitung des Chlors dient (Taf. 4. Fig. 13. oder 2.) Das pulverisirte Schwefelantimon wird in einen Kolben oder Ballon gebracht und hierauf fünf bis sechsmal so viel Salzsäure darauf gegossen; das sich entbindende Gas sammelt man sodann über Wasser oder Quecksilber auf. Um es auf seine Reinheit zu prüfen, schüttelt man es in einem Glase mit etwas concentrirter Kalilauge; wird es gänzlich davon verschluckt, so war es rein *). Man muß den Kolben langsam und gelinde erwärmen, um das Aufblähen und Übersteigen der Masse zu verhüten, welches sonst leicht ohne diese Vorsichtsmaßregel Statt haben würde.

Will man sich Schwefelwasserstoff in Wasser aufgelöst verschaffen, so verfährt man auf dieselbe Weise. Die Entbindungsflasche wird dann mit einer Reihe von Woulfschen Flaschen (Taf. 4. Fig. 2.) verbunden. Die erste davon ent-

*) Sollte aber im Gegentheil ein Rückstand bleiben, so ist dies gewöhnlich atmosphärische Luft, womit das Gas leicht verunreinigt sein kann, wenn man die ersten sich entbindenden Theile nicht fortgehen läßt. H. u. G.

Einiges Schwefelkalium in Auflösung, um die sich viel zu verbindende Salzsäure zu absorbiren, und dafür zugleich aus dem Schwefelkalium noch Schwefelwasserstoff zu entbinden. Auf diese Weise erhalten dann die folgenden Gläse nur reines Schwefelwasserstoffgas. Man stellt dieselben mit wohl ausgekochtem *) Wasser so an, daß man Fünfstel vom inneren Raume leer bleibt, um die Gegenwart der Luft, so viel als möglich zu vermeiden. Die letzteren Gläse wird mit einer starken Auflösung von Chlorschwefel angefüllt, welche schnell das vom Wasser vielleicht nicht gänzlich abgetriebene Schwefelwasserstoffgas verschlucken würde.

Was bei der Erzeugung des Schwefelwasserstoffgases auf diesem Wege vorgeht, ist sehr leicht einzusehen. Das Chlor der Chlorschwefelsäure bemächtigt sich des Antimon, und bildet Chloraantimon, während der Wasserstoff dieser Säure sich mit dem Schwefel verbindet, um die Schwefelwasserstoffsäure zu bilden. Folgendes ist die Darstellung der vertheilten und gebildeten Produkte in Atomen ausgedrückt:

Angewendete Atome.

1 Schwefelantimon	2216,38
12 Chlorschwefelsäure	1365,36

Hervorgebrachte Atome.

6 Schwefelwasserstoffsäure	640,92
2 Chloraantimon **)	2940,82

130. Um die Schwefelwasserstoffsäure auf eine einfache und ökonomische Weise zu bereiten, muß man stets nur Zuflucht zur Behandlung der Schwefelmetalle durch Salzsäure oder Schwefelsäure nehmen. Diejenigen Schwefelmetalle, deren man sich bis jetzt dazu bediente, sind das Schwefelantimon und das erste Schwefeleisen. Das Schwefelantimon giebt, wie wir gesehen haben, sehr reine Schwe-

*) Das Wasser wird ausgekocht, um die in ihm gewöhnlich enthaltene Luft zu entfernen, deren Sauerstoff in diesem verdichteten Zustande schnell einen Theil des Schwefelwasserstoffs zu zersetzen würde, daß sich Wasser bildet und Schwefel abgesetzt wird. N. u. E.

**) Chloraantimon, welches aus 3 At. Chlor und 1 At. Antimon zusammengesetzt ist. N. u. E.

schwefelwasserstoffsäure, allein es hat den Nachtheil durch sehr concentrirte Chlorschwefelwasserstoffsäure in der Siedhitz nicht gänzlich zerlegt zu werden.

Das erste Schwefeleisen, welches man auf trockenem Wege erhält *), wird durch Chlorschwefelwasserstoffsäure und durch Schwefelsäure von mittlerer Stärke angegriffen; allein die Einwirkung dieser Säuren geht langsam vor sich, selbst wenn man sie durch Erwärmen begünstigt und das Schwefelmetall sehr fein pulverisirt.

Gay-Lussac und Thénard haben statt dieses Schwefeleisens den sogenannten Vulkan von Temery angewendet; man bereitet sich diese Verbindung, indem man Eisenspäthne, Schwefelblumen und Wasser mit einander kocht. Der auf solche Weise erzeugte Brei verwandelt sich, wenn er sich selbst überlassen wird, schnell in wasserhaltiges erstes Schwefeleisen. Schwefelsäure, welche mit dem Vierfachen ihres Volumens Wasser verdünnt wird, entbindet aus diesem Gemische äußerst leicht die Schwefelwasserstoffsäure. Dieses Mittel ist sehr gut und läßt nichts zu wünschen übrig, wenn es möglich wäre, sich leicht reine und sehr feine Eisenspäthne zu verschaffen; allein da diejenigen, welche man im Handel findet, beinahe immer rostig oder zu grob sind, so verhindert im ersten Falle das sich dazwischen legende Eisenoryd einen Theil des Eisens sich mit dem Schwefel zu verbinden; im zweiten Falle dagegen dringt der Schwefel nicht in das Innere der groben Eisenkörner und es findet gleichfalls nur eine unvollkommene Schwefelung Statt, in dem zugleich die Masse beständig einen mit vielem Wasserstoff gemengten Schwefelwasserstoff giebt, weil eine bedeu-

*) Man bereitet sich nach Gay-Lussac dieses Schwefeleisen sehr einfach, wenn man eine dünne Eisenstange weißglühend macht und in einen Schmelztiegel hält, in welchen man Schwefelstücke gelegt hat. Sobald das weißglühende Eisen in Berührung mit dem Schwefel kommt, schmilzt es und es bildet sich das erste Schwefeleisen bestehend aus 1 Mt. Eisen und 1 Mt. Schwefel. Diese Verbindung eignet sich vorzüglich zur Schwefelwasserstoffbereitung dann, wenn solches langsam oder anhaltend entbanden werden soll. Man braucht zu dem Ende das geschmolzene Schwefeleisen nur in erbsengroße Stücke zu zerlegen und mit verdünnter Schwefelsäure zu übergießen. Die Einwirkung findet in diesem Falle bei gewöhnlicher Temperatur statt. W. u. G.

Die Menge Schwefelsäure nutzlos verbraucht wird, die auf freie Eisen wirkt^{*)} (11) Einige andere Schwefelverbindungen, bei deren Anwendung keines dieser Nachtheile Statt findet, wurden durch Berthier empfohlen. Man erhält ihnen sehr leicht Schwefelwasserstoff und Einige können dazu dienen diese Säure im Großen mit vieler Ersparnis zu bereiten, wenn solche mit Nutzen anzuwenden seyn könnten.

151. Wenn man das gewöhnliche zweifache Schwefeln (Schwefellies) pulverisirt und mit der Hälfte seines Gewichts trocknem kohlensauren Natrum erhitzt, so erhält man eine doppelte Schwefelverbindung aus Eisen und Natrum, welche in der Rothglühhitze vollkommen in Flüssigkeit übergeht. Man kann diese Schwefelverbindung auf einen Stein oder eine kalte Gußeisenplatte gießen, indem im Tiegel nur der geringere Theil der Masse hängen bleibt, so daß jener erhalten zu derselben Operation dienen kann. Die Masse ist weichartig, von blättrigem Bruch und dunkelbronzegelber Farbe. Sie saugt viel Wasser ein und bildet mit demselben schnell einen schwarzen Teig, welcher dunkel Vönteillen aus den Rändern erscheint. Gießt man Schwefelsäure oder Salzsäure auf diesen Teig, so entbindet sich auf der Stelle eine sehr bedeutende Menge Schwefelwasserstoffsäure, welche von dem Schwefelnatrium und einem Theil des Schwefel-Eisens herrührt; ein anderer Theil dieses letztern bleibt zurück, und löst sich gleichfalls in Schwefelsäure oder besser in Salzsäure unter Entbindung von Schwefelwasserstoffgas auf, allein es ist hierzu die Anwendung von Wärme nöthig^{*)}. Unter allen Schwefelverbindungen ist das Schwe-

*) Bei Bereitung des Schwefelwasserstoffs aus rothem Schwefeleisen mit verdünnter Schwefelsäure findet die Einwirkung folgendermaßen Statt: Das anwesende Wasser wird zum Theil in seine Bestandtheile zerlegt, der Wasserstoff desselben tritt an den Schwefel des Schwefeleisens und bildet das freiwerdende Schwefelwasserstoffgas, während der Sauerstoff an das Eisen sich heftet und Eisenoxydul erzeugt, welches mit der anwesenden Schwefelsäure zu schwefelsaurem Eisenoxydul oder gewöhnlichem Eisenvitriol sich verbindet, der hierbei als Rückstand bleibt. W. u. E.

*) Es scheint uns die vorstehende Methode am wenigsten praktisch, weil man wirklich weit einfacher das Schwefellies, wenn dasselbe billig zu haben ist, zur

felcalcium die geeignetste zur Bereitung der Schwefelwasserstoffsäure.

Dasselbe giebt eine große Menge Schwefelwasserstoff, denn 100 Theile dieser Schwefelverbindung im reinen Stande geben 46,8 von dieser Säure. Dasselbe löst sich leicht und schnell in Salzsäure auf, daß man in einigen Augenblicken, ohne Wärme anzuwenden, ein sehr beträchtliches Volumen dieses Gases erhalten kann. Das Chlorcalcium, welches aus der Behandlung des Schwefelcalciums mit Chlorwasserstoffsäuren hervorgeht, bleibt wegen seiner großen Löslichkeit im Wasser flüssig, selbst wenn man sehr concentrirte Säure anwendet. Es geht hieraus hervor, daß Theilchen der Schwefelverbindung immer in unmittelbarer Berührung mit der Säure sind, und deshalb ohne Schwierigkeit angegriffen werden können.

Endlich kann man sich beinahe überall und auf die wohlfeile Weise das Schwefelcalcium in großer Menge beschaffen, weil es wenige Orte giebt, wo man nicht Gyps oder schwefelsauren Kalk äußerst wohlfeil haben könnte. Der schwefelsaure Kalk wird zuerst durch Kohle bei einer Temperatur, welche die Weißglühhitze nicht überschreitet, in Schwefelcalcium verwandelt. Die einzige wesentliche Bedingung, die zur vollständigen Reduction erforderlich ist, besteht darin, daß das schwefelsaure Salz vorher in die Feinste pulverisirt werde. Für den Gebrauch in Fabriken, pulverisirt man den Gyps undbeutelst ihn durch

Schwefelwasserstoffbereitung verwenden kann, wenn man ihn zuerst ausglüht und dadurch einen Theil Schwefel verjagt (119) so daß derselbe nun mit Säuren behandelt, sehr leicht Schwefelwasserstoff liefert; und istens weil der auf jene Weise erhaltene Rückstand ein Gemenge von schwefelsaurem Natron und schwefelsaurem Eisenoxydul nicht vortheilhaft benutzt werden könnte, abgesehen davon, daß schon die Bereitung der Schwefelverbindung von Eisen und Natrium kostspielig ist. U. u. E.

- *) In Sodafabriken erhält man große Massen von Schwefelcalcium beim Laugen der rohen Soda als Rückstand, der freilich zugleich auch bis zu noch etwas kohlensauren Kalk enthält. Würde eine Beimischung von Kohlensäure bei der Anwendung des Schwefelwasserstoffs nichts schaden, so bei Metallfällungen, so möchte wohl aus jenem Rückstande die Schwefelwasserstoffsäure am billigsten zu bereiten seyn. U. u. E.

des Klot- oder Haar-Eies; hätte man aber mit großen Eilen zu thun, so würde es ökonomischer seyn, ihn auf Feinsteln zu mahlen und hierauf zu beuteln. Wenn man weissen Gyps anwendet, der noch alles Krystallisations-Wasser enthält, so muß man ihn mit ungefähr 15 pr. Cent. einem Kohlenpulver mischen. Nimmt man dagegen waschen schwefelsauren Kalk. (Anhydrit) oder gebrannten Gyps, so muß die Menge der zugesetzten Kohle ungefähr 30 pr. Cent. betragen; man bringt das Gemenge in die Tiegel und erhitzt diese ein bis zwei Stunden lang in Windöfen. Man kann mag solche in einem Kapence oder Porzellan-Ofen thun. Bei der in diesen Öfen Statt findenden Temperatur bleibt die Masse pulverförmig und greift die Schmelztiegel nicht an, welche auf diese Weise sehr oft zu demselben Zwecke wieder gebraucht werden können.

Wollte man Schwefelcalcium im Großen bereiten, so müßte man, um die Schmelztiegel zu ersparen, den gewöhnlichen Gyps mit Kohle und einer hinreichenden Quantität gebrannten mit Wasser angerührten Gyps vermischen, um einen guten Teig zu erhalten, woraus man sodann Backsteine formen würde, welche nach Art der Thonbacksteine gebrannt werden müßten.

Man sieht nun aus dem Vorhergehenden, daß, wenn eine Schwefelwasserstoffsäure bereitet werden soll, man vorzuziehen die Doppelschwefelverbindung von Eisen und Natrium anwenden muß. Will man aber im Gegentheil Aufösungen oder Verbindungen der Schwefelwasserstoffsäure darstellen, so müßte man lieber das erste Schwefeleisen dazu nehmen, welches eine langsame und gleichförmige Gas-Entbindung bewirkt, wenn man in der Kälte operirt, ein Umstand, der sehr vortheilhaft ist, wenn es sich darum handelt dieses so wenig lösliche und mit sehr schwacher Verwandtschaft begabte Gas in Auflösung oder Verbindung mit andern Körpern zu erhalten).

*) Hätte man dieses Gas im Großen in chemischen Fabriken zu bereiten, so muß man hier vorzüglich ökonomische Rücksichten nehmen und wohl erwägen, welche Methode die wohlfeilste ist. Namentlich müßten die folgenden Rücksichte hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit hierbei auch in Betracht zu ziehen

darüberschwimmende salzige Flüssigkeit davon und bringt den erhaltenen Wasserstoffschwefel in ein mit eingeriebenen Glasstöpsel versehenes Glasfläschchen, welches man umstürzt, und an einem kühlen Orte aufbewahrt.

Folgendes sind die Erzeugnisse dieser Wechselwirkung:

1 Kalium	}	=	1493,71	1 Chlorkalium	930,55
5 Schwefel					
4 Chlormwasserstoffsäure			455,12	1 Wasserstoffschwefel	1018,28

135. Eigenschaften. Der Wasserstoffschwefel ist ein wenig gekannter Körper. Bei gewöhnlicher Temperatur ist er flüchtig; sein Geruch und Geschmack hat viel Ähnlichkeit mit dem der faulen Eier. Er ist specifisch schwerer als das Wasser und scheint unauflöslich in dieser Flüssigkeit zu seyn. Mit einem brennenden Körper in Berührung gebracht, entzündet er sich und wird durch die Verbrennung in Wasser und schweflichte Säure umgewandelt. Unter gewöhnlichem Luftdrucke sich selbst überlassen, zerfällt er sich in Schwefelwasserstoffsäure, welche sich entbindet und in Schwefel, der sich in Gestalt grauer Klümpchen absetzt. Diese Erscheinungen zeigen sich schneller, wenn man die Temperatur erhöht. Schließt man ihn in ein wohl verkorktes Glasfläschchen ein, so findet zwar auch immer eine theilweise Zersetzung statt, allein der durch die entbundene Schwefelwasserstoffsäure ausgeübte Druck, schützt den Rest gegen weitere Zersetzung.

Die merkwürdigste Eigenschaft dieses Körpers besteht in der Beständigkeit, welche derselbe durch die Berührung mit starken Säuren erlangt. In dieser Hinsicht findet eine auffallende Annäherung zwischen dem Wasserstoffsuperoxyd und dem Wasserstoffschwefel statt, welcher eine wahre Superschwefelverbindung ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß man durch genaue Vergleichung dieser beiden Körper noch andere Ähnlichkeiten auffinden wird. Man weiß bereits schon, daß die alkalischen Schwefelverbindungen ihn auf gleiche Weise zersetzen, wie die alkalischen Oxyde das Wasserstoffsuperoxyd.

Man sieht übrigens leicht daraus, daß die Sauerstoff-
säuren mehr oder weniger kräftig auf diesen Körper einwir-
ken können, indem sie entweder ihren Sauerstoff ganz oder
theilweise verlieren und dadurch jenen in Wasser und schwef-
lichte Säure oder Schwefelsäure verwandeln. Aus letztern Be-
trachtungen ist erklärlich, warum man Behufs seiner Berei-
tung oder Aufbewahrung die Anwendung von Chlormasser-
säure empfiehlt, und warum es nöthig ist, die Schwefel-
verbindung, welche zu seiner Darstellung angewendet wird,
in die Säure auf solche Weise zu gießen, daß das Produkt
niemals in Berührung mit der unzersetzten Schwefelverbin-
dung kommen kann.

Schweflichte Säure.

Synonyme. Unvollkommene Schwefelsäure,
flüchtige Schwefel- oder Bitriol-Säure, vi-
trifol-saure Luft. Lat. Acidum sulphuro-
sum. Franz. Acide sulfureux.)

126. Eigenschaften. Diese Säure ist gasförmig
und farblos; ihr Geschmack ist stark und unangenehm; ihr
Geruch stechend und allgemein bekannt, da es der Geruch
des brennenden Schwefels ist; sie reizt zum Husten, zieht
die Brust zusammen und ersticht die Thiere, welche sie ath-
men. Anfänglich röthet diese Säure die Lakmuspinktur, al-
lein nach einiger Zeit nimmt diese die Farbe eines blaßgelben
Weines an. Ihr specif. Gewicht ist 2,234. Sie wird bei
seinem Siedgrade zersezt. Eine Kälte von 20° c. unter Null
reicht hin, um sie flüssig zu machen; auch durch angewand-
ten Druck kann sie leicht in eine tropfbare Flüssigkeit ver-
wandelt werden. Die auf solche Weise tropfbar flüssig ge-
machte schweflichte Säure ist farblos und besitzt ein Eigen-
gewicht von 1,45. Sie siedet schon bei 10° unter Null und
erzeugt durch ihre Verdampfung eine so beträchtliche Kälte
daß ein Thermometer, dessen Kugel mit Baumwolle umge-
ben ist, welche mit schweflichter Säure getränkt worden,
in freier Luft bis auf — 57° und selbst auf — 68° herab-
sinkt, wenn man die Verflüchtigung der Säure dadurch be-
günstigt, daß man das Thermometer unter den Recipienten

ten der Luftpumpe mit einem Gefäß bringt, welches feuchtes Kali enthält. Sie verbindet sich weder mit dem reinen Sauerstoff, noch mit dem der Luft, bei welcher Temperatur man auch den Versuch anstellen mag.

Die schweflichte Säure wirkt in der Kälte auf keinen brennbaren Körper, ausgenommen, etwa auf das Kalium und Natrium, wenn es eine Zeitlang damit in Berührung ist. Dagegen zeigt es auf eine gewisse Anzahl dieser Körper mit Beihülfe der Wärme eine Einwirkung. In der Rothglühhitze und selbst noch darunter wird die schweflichte Säure durch Wasserstoff zersetzt. Es bildet sich Wasser und der Schwefel wird frei. Ist die Temperatur nicht zu hoch und das Wasserstoffgas im Überschuss vorhanden, so bildet sich außerdem auch Schwefelwasserstoffsäure.

Chlor, Brom und Jod wirken nicht auf trocknes schweflichtsaures Gas; aber unter Mitwirkung des Wassers verwandeln diese drei Körper dasselbe schnell in Schwefelsäure und bilden selbst Wasserstoffsäuren, indem nämlich das Wasser hierbei zersetzt wird durch die doppelte Wablanziehung der schweflichten Säure zum Sauerstoff und dieser Körper zum Wasserstoff.

Die schweflichte Säure zersetzt die Chlor-, Brom- und Jod-Säure; es bildet sich hierbei Schwefelsäure und Chlor, Brom oder Jod. Die schweflichte Säure und die trockne Schwefelwasserstoffsäure wirken nur schwach auf einander, allein mit Beihülfe des Wassers findet schnell eine Reaktion Statt. Zwei Volumen Schwefelwasserstoff und ein Volumen schweflichte Säure zersetzen sich gänzlich und es entsteht Wasser und Schwefel. Dagegen zeigen die schweflichte Säure und Jodwasserstoffsäure keine Einwirkung auf einander, wenn beide im Wasser aufgelöst sind, aber werden sie im gasförmigen Zustand zusammengebracht, so findet sogleich eine wechselseitige Zersetzung Statt; es bildet sich hierbei Jod und Schwefel, die wahrscheinlich eine Verbindung mit einander eingehen und außerdem Wasser. Ein ähnliches Verhalten zeigt sich zwischen schweflichter Säure und Chlornasserstoffsäure; aufgelöst im Wasser, verändern sich beide nicht; dagegen trocken zersetzen sie sich schnell, wenigstens wenn man

über Quecksilber den Versuch aufstellt. Diese sonderbaren Erscheinungen haben die Aufmerksamkeit der Chemiker noch nicht genug erregt, um aus einer weitem Besprechung der Ursachen derselben Nutzen hoffen zu dürfen.

137. Zusammensetzung. Die schweflichte Säure ist aus einem Maaß Sauerstoff und einem halben Maaß Schwefeldampf, welche beide in ein Maaß verdichtet sind, zusammengesetzt. Man beweist dies, wenn man Zinnober in einer gekrümmten Glocke (Tafel 3. Fig. 4.) welche 100 Theile Sauerstoff enthält, verbrennt; das Quecksilber wird frei und es bleiben 97 bis 98 Theile schweflichte Säure statt der 100 Theile Sauerstoff zurück, was wahrscheinlich von etwas Wasser herrührt, welches sich im Schwefel des Zinnobers befindet. Wollte man hierzu gewöhnlichen Schwefel anwenden, so würde der Verlust beträchtlicher seyn, denn man weiß, daß dieser beständig Wasserstoff enthält. Da sich die Gase stets in einfachem Verhältniß mit einander verbinden, so nimmt man an, daß 100 Theile Sauerstoff 100 Theile schweflichte Säure geben. Wenn man nach dieser Annahme, indem die Dichtigkeit der schweflichten Säure 2,234 ist, davon 1,1026 oder die Dichtigkeit des Sauerstoffgases abzieht, so findet man 1,1314, eine Zahl, welche sich 1,1325 oder der halben Dichtigkeit des Schwefeldampfes sehr nähert. Die schweflichte Säure ist folglich dem Gewichte nach zusammengesetzt aus

1 Mt. Schwefel	201,16 oder auch	50,14
2 Mt. Sauerstoff	200,00	49,16
2 Mt. schweflichte Säure	401,16	100,00

138. Bereitung. Die Methoden, welche man zur Bereitung dieses Gases anwendet, sind verschieden nach dem Gebrauche, welchen man von demselben macht. Man kann sie jedoch auf drei Hauptverfahrensarten reduzieren. In den Laboratorien bereitet man sich dieselbe rein, indem man der Schwefelsäure durch Metalle einen Theil ihres Sauerstoffs entzieht. Gewöhnlich zieht man zu diesem Zwecke das Quecksilber vor, da die Reaktion am leichtesten zu regeln ist. Zu technischen Zwecken und in dem Falle, wo die Säure nicht rein zu seyn braucht, entzieht man der Schwefelsäure

mittelt Holz einen Theil Sauerstoff oder verbrennt ganz einfach den Schwefel vermittelst des Sauerstoffs der Luft. Letztere Art, die billigste von allen, wird häufig angewendet um thierische Stoffe zu bleichen und in der Medicin zur Behandlung von Hautkrankheiten und namentlich der Krätze.

Wir wollen nun diese Verfahrensarten mit jenen ihre Anwendbarkeit näher untersuchen.

159. Man erhält also, wie bereits erwähnt, das schwefelsaure Gas, wenn man die flüchtige Schwefelsäure mit Quecksilber behandelt; es wird hierbei außer dieser Säure, die stets gasförmig erscheint, auch schwefelsaures Quecksilber Dryd und Dryd gebildet, welches sich als weißes krystallinisches Pulver präcipitirt. Es theilt sich demzufolge bei dieser Operation die Säure in 2 Theile, der erste giebt ein Drittheil seines Sauerstoffs an das Quecksilber ab, und wird schweflichte Säure, während der andere sich mit dem oxydirten Quecksilber verbindet und schwefelsaures Quecksilber bildet. Um diese Operation vorzunehmen, bringt man 1 Thl. Quecksilber und 6 bis 7 Thl. Säure in einen Glaskolben, der anderthalbmal so viel als diese beiden Stoffe dem Volumen nach ausmachen, fassen kann, und paßt in den Hals des Kolbens eine gekrümmte Glasröhre, welche unter eine mit Quecksilber gefüllte Glasflasche reicht. (Tafel 4. Fig. 15.) Hierauf erhitzt man die Flüssigkeit, bis sie zu kochen anfängt und die schweflichte Säure sich entbindet. Man erkennt, daß die Luft des Gefäßes ausgetrieben und die Säure nun rein ist, wenn sich dieselbe vollkommen im Wasser auflöst. 50 Gramme Quecksilber erzeugen sehr leicht mehrere Liter schweflichtsaures Gas.

Um eine richtige Theorie dieser Operation fest zu stellen, muß man zwei Fälle in Betracht ziehen, und zwar den, wo sich schwefelsaures Dryd, und den, wo sich schwefelsaures Dryd bildet. Der Ausdruck für letztern ist:

Angewendete Atome.

2 Quecksilber	1266,80
2 trockne Schwefelsäure	1002,32

Hervorgebrachte Atome.

2 schweflichte Säure 401,16

1 schwefelsaures Quecksilberoxyd 1866,96

Im ersten Falle würde man dagegen haben

Angewendete Atome

4 Quecksilber 2531,60

2 trockne Schwefelsäure 1002,32

Hervorgebrachte Atome

2 schweflichte Säure 401,16

1 schwefelsaures Quecksilberoxydul 5152,76

Man kann nämlich gegen 4 At. Quecksilber nach Belieben 2 oder 4 At. schweflichte Säure erhalten. Der erste Fall findet Statt, wenn man Quecksilber im Ueberschuß nimmt; der zweite dagegen, wenn man überschüssige Säure anwendet. Da diese viel weniger als das Quecksilber kostet *), so ist es vorthellhafter, sie nicht zu sparen, und die zuerst angegebenen Proportionen sind dann auf die Voraussetzung gegründet, daß man das Quecksilber in Oxyd verwandeln will.

140. Will man sich die schweflichte Säure in Wasser aufgelöst verschaffen, oder zur Bereitung der schweflichtsauren Salze anwenden, so zersetzt man wohl auch die Schwefelsäure, allein statt Quecksilber wendet man, um denselben Sauerstoff theilweise zu entziehen, Holz an. Das Holz wirkt vermöge des in ihm enthaltenen Kohlenstoffs auf solche Weise, daß die angewendete Schwefelsäure ganz in schweflichte Säure verwandelt wird, während der frei gewordene Sauerstoff mit dem Kohlenstoff Kohlensäure bildet. Die am meisten hierzu geeignete Vorrichtung ist Tafel 4. Fig. 1. dargestellt; man bringt in den Kolben Sägespäne; übergießt sie mit concentrirter Schwefelsäure und erhitzt gelinde. Das

*) Viel minder kostspielig als Quecksilber ist Kupfer, welches zur Bereitung des reinen schweflichtsauren Gases gerade so wie jenes angewendet werden kann und daher den Vorzug verdient. Man nimmt dann Kupferschlämme oder noch besser dünnes Kupferblech in kleinen Stücken und behandelt es auf die eben angezeigte Weise mit Schwefelsäure. Statt 2 At. Quecksilber = 2531,6 nehme man dann 1 At. Kupfer = 393,60, woraus man leicht ersieht, wie viel billiger die Bereitung mittelst Kupfer ist. Es wird in diesem Falle schwefelsaures Kupferoxyd gebildet. A. v. S.

Gas entbindet sich in großer Menge, und da, wenn die gehörigen Proportionen angewendet werden, sich die Säure und das Holz ganz in schweflichte Säure, Kohlensäure und Wasser verwandeln können, so sieht man leicht ein, daß der Apparat gewissermaßen beständig aufgestellt bleiben kann. Ist das Holz ganz verzehrt, so fügt man neues hinzu und mangelt dagegen Säure, so gießt man wieder Neue nach; man braucht hierbei also weder einen Mätschstand herauszunehmen, noch sonst eine Abänderung am ganzen Apparate zu machen. Da das Holz hier bloß mittelst seines Kohlenstoffs wirkt, so sind die Produkte leicht zu bestimmen.

Angewendete Atome.

1 Schwefelsäure 501,16

1 Kohlenstoff 37,65

Hervorgebrachte Atome

2 schweflichte Säure 401,16

1 Kohlensäure 137,65

Es geht hieraus hervor, daß man den dritten Theil des Sauerstoffs, der in der Schwefelsäure enthalten ist, verliert, und daß, wenn man denselben auch in schweflichte Säure verwandeln könnte, man den doppelten Vortheil haben würde, erstlich das Gas rein und zweitens in größerer Menge zu erhalten. Wir werden später sehen, daß der Schwefel mit Hilfe der Wärme die Schwefelsäure in schweflichte Säure verwandeln kann, indem er selbst zugleich diese Verwandlung erleidet. Der niedrige Preis des Schwefels könnte dieß Verfahren sehr anwendbar machen, wenn dieser Körper nicht bei einer Temperatur schmelzen würde, die niedriger ist als diejenige, welche zu dieser Reaction erfordert wird. Dieser Umstand macht die Operation sehr ungestüm und schwer zu regeln.

Die Gegenwart der Kohlensäure ist übrigens nicht sehr schädlich, denn sey es, daß man entweder die schweflichte Säure in Wasser auflösen will, oder daß man den Zweck hat, sie mit salzsauren Gasen zu verbinden, so lehrt die Erfahrung, daß das anfänglich durch das Wasser oder die Salzbasen absorbirte, kohlensaure Gas, nachher in dem Maße wieder angetrieben wird, als das schweflichtsaure Gas in

hinreichender Menge hinzukommt, um die Sättigung zu vollenden.

Die Erfahrung beweist ferner, daß das schweflichtsaure Gas stets durch Spuren von Schwefelsäure verunreinigt ist, welche man nur mit Mühe von ihm entfernen kann. Man bringt in die erste Flasche des Woulfschen Apparates etwas Wasser, um das Gas zu waschen, oder noch besser eine Auflösung von schweflichtsaurem Natron oder Kali, um die Schwefelsäure, welche durch die Gase fortgerissen wird, zurückzuhalten. Die folgenden Flaschen enthalten das Wasser oder die Salzbasen, welche gesättigt werden sollen. Die Operation wird fortgesetzt, bis das schweflichtsaure Gas durch den Apparat geht, ohne verschluckt zu werden.

141. Soll die schweflichte Säure entweder zum Bleichen thierischer Stoffe oder bei Behandlung der Krätze oder auch zur Fabrication der Schwefelsäure angewendet werden, so bereitet man sie immer durch Verbrennen des Schwefels auf Kosten des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft. Hier wollen wir nur die beiden ersten Fälle näher untersuchen; auf den dritten werden wir bei der Schwefelsäurefabrication zu sprechen kommen.

142. Die Anwendung der schweflichten Säure beim Bleichen geschieht gewöhnlich auf eine rohe Weise. Man richtet hierzu eine Kammer von angemessener Größe ein, und bringt die Stangen hinein, an welche die zu bleichenden Stoffe aufgehängt werden; man verstreicht die Spalten oder Rigen der Decke und der Wände genau und bedeckt den Boden sorgfältig mit Stroh, um ein Entweichen oder eine Absorption des Gases zu verhindern ^{*)}. Nachdem die angefeuchteten Stoffe auf die Stangen gebracht worden, setzt man eine Schüssel mit brennendem Schwefel in die Kammer. Man schließt die Thüre, verstreicht die Fugen mit fettem Thon oder Pecten und überläßt die Operation sich selbst. Der Schwefel verwandelt sich in schweflichtsaures Gas, indem er sich mit dem Sauerstoff der in der Kammer be-

*) Stroh wurde sich hierzu am besten eignen, da dieses nicht durch die Säure angegriffen wird. H. u. G.

finblichen Luft verbindet; die gebildete Säure, welche durch das Wasser der angefeuchteten Stoffe verdichtet wird, wirkt nun auf den Farbstoff ein, der zerstört werden soll, und es bleibt zuletzt noch ein beträchtlicher Säureüberschuß in der Kammer. Nach 24 Stunden öffnet man die Thüre, die Luft der Kammer erneuert sich nun, und alle übrig gebliebene Säure geht dabei verloren. Sobald man in die Kammer gehen kann, nimmt man die Stoffe heraus. Am folgenden Beispiel wird man sehen, wie diese Arbeit vervollkommnet werden könnte, wenn man beständig zu fabriziren hätte. Wir werden auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen, wenn von dem Bleichen der thierischen Stoffe selbst die Rede ist. Für jetzt genügt es, noch hinzuzufügen, daß die Menge des anzuwendenden Schwefels sich nach dem Gewichte dieser Stoffe und nach ihrer Färbung richtet, welche man bloß dem Ansehen nach schätzt.

143. Glauber hatte schon im Jahr 1659 die Wirksamkeit der Bäder von schweflichter Säure bei Behandlung der Kräfte angedeutet und später hatten andere Schriftsteller diese Idee zu verschiedenen Zeiten wieder vorgebracht, allein die glückliche Ausführung derselben nahm eigentlich in den letzten Jahren erst ihren Anfang. Im Jahre 1813 versuchte Hr. Galès, Apotheker der Krankenhäuser zu Paris, deren Anwendung, allein sein äußerst unvollkommenes, kostspieliges und unbequemes Verfahren würde verworfen und vergessen worden seyn, wäre nicht Hr. d'Arcet durch einen glücklichen Zufall veranlaßt worden, diese Sache näher zu untersuchen. Dieser Gelehrte erkannte schnell die Umstände, welche deren Anwendung schwierig und unbequem machten und ließ hierauf so vollkommene Apparate einrichten, daß nichts zu wünschen übrig blieb. Die Behandlungen wurden von nun an leicht und schnell ausführbar und so wohlfeil, daß es für das öffentliche Wohl von besonderem Interesse seyn muß, die Kenntniß dieser Apparate zu verbreiten.

Im Durchschnitt reichen zehn Räucherungen zur Heilung eines gewöhnlichen Kräftekranken hin; jede dieser Räu-

rungeu kommt in einem Apparate, von 12 Plätzen auf 4 sitzen, nämlich: 2 Cent. für den Schwefel und 34 Cent.

Brennmaterial; in einem einfachen Apparat kostet es cent. nämlich: 1 Cent. für Schwefel und 4 Cent. für Brennmaterial. Die ganze Behandlung eines Kranken kommt also [40—50 Cent.^{*)} höchstens.

Die Einrichtung der Apparate ist nicht kostspielig; denn einfacher kostet nur 350 Franken und ein Apparat mit Plätzen kommt nicht höher als auf 1500 Franken.

Es ist nunmehr außer Zweifel, daß diese Räucherung ein sicheres Heilmittel entweder gegen die Krätze oder gegen verschiedene andere Hautkrankheiten sind. Uebrigens die v. Dr. D'Arcet eingeführte Vorrichtung so trefflich angesehen, daß man sie ohne Bedenken bei allen Gelegenheiten anwenden kann, wo man die Kranken der Wirkung des Gases oder anderer Dämpfe aussetzen will. Diese Vorrichtungen bestimmen uns auch, eine recht genaue Beschreibung von der Einrichtung und der Anwendung dieser Apparate zu geben.

144. Im Krankenhause St. Louis zu Paris sind zum Zwecke der Behandlung der Hautkrankheiten zwei Apparate dieser Art eingerichtet. Ich beginne mit der Erklärung desjenigen, welcher nur für eine Person bestimmt ist, und werde dann die Beschreibung des zweiten folgen lassen, welcher zwölf Personen zugleich aufnehmen kann und der recht genau beschrieben werden muß, um die Reihenfolge und die Art der beim Gebrauche dieses großen Räucherungskastens Statt findenden Operation gehörig verstehen zu können.

Tafel 9.

Fig. 1. stellt den Grundriß eines Räucherungskastens in einem einzigen Plaze dar.

a, runde Öffnung, durch welche der Kopf des Kranken hervorragt.

^{*)} Ein Centime, wovon 100 einen Franken machen, ist ungefähr 2 Pfennig leichte Münze, mithin kostet das zu einer ganzen Behandlung nöthige Material nur ungefähr 12—14 Kreuzer in Paris. H. N. G.

b, d, e, obere Ansicht des Kastenbeckels. Dieser Deckel öffnet sich mittelst eines Scharniers, nimmt bei der Linie b d seinen Anfang und geht bis auf das emporstehende Stück f g, auf welchem er ruht, wie dieß an Fig. 4. zu sehen ist.

h, Querschnitt des Rohres, durch welches der Rauch des Feuers, gemengt mit dem vom Apparate fortgehenden Gasen, abzieht.

i, k, Zugröhren, welche bestimmt sind, die im Kasten befindlichen Gase in das mit dem Heizraum in Verbindung stehende Rohr h zu leiten. Die in den Röhren i, k befindlichen Klappen sind bestimmt, den Zug dieser Röhren zu reguliren.

ll, sind kasselförmige Deckel von Eisenblech, welche die beiden Öffnungen verschließen, durch welche man auf die eiserne heiße Platte m m Fig. 3. u. 4. die Stoffe wirft, welche man in Gas, Dampf oder Rauch verwandeln will, um solche dann mit dem im Kasten befindlichen Kranken in Berührung zu bringen. Die eigentliche Einrichtung dieser Deckel ist in der Fig. 11. sichtbar. Die Fig. 9. stellt einen dieser Deckel dar, der mit einem Trichter und Hahn versehen ist, deren Zweck wir später kennen lernen werden.

Fig. 2. ist der Aufsriß des einfachen Apparates, von der Seite im Punkte M der Fig. 1. betrachtet.

n, viereckige Blechkassell zum Verschließen der Öffnung, durch welche die Pfanne aus Eisenblech Fig. 6, 7. u. 8. auf die Eisenplatte m m Fig. 3. u. 4. hineingeschoben wird.

o, Thüre, welche zum Heizraum führt, der bestimmt ist, die eiserne Platte m m zu erhitzen und so die Temperatur im Kasten auf den erforderlichen Grad zu bringen.

p, Thüre des Aschenspfades.

q, Stufe, bestimmt zum Hinabsteigen in den tiefen Raum, wo sich die Feuerstelle befindet.

r, Boden des Zimmers.

s, Aufsriß der einen von den beiden Zugröhren, welche den Zug im Apparate herstellen sollen.

t, Hauptrohr, welches zum Abzuge der aus dem Kasten kommenden Gase und des vom Heizraum z, Fig. 3. u. 4. aufsteigenden Rauches bestimmt ist.

g, Stange, an welche der Deckel des Kastens, nachdem er geöffnet worden, sich anlehnt, wie in g Fig. 4. angedeutet ist.

1, Vorreiber der senkrecht angebrachten Thüre, welche den Apparat von vorne schließt und durch welche der Kranz herein geht; man sieht die Einrichtung dieses Vorreibers genau an 1, Fig. 3.

Fig. 3. Durchschnitt des Räucherungskastens nach der Linie AB Fig. 1. vom Punkte D dieser Tafel gesehen; man sieht daran den Durchschnitt des Nestes im Heizraum z, den der Eisenplatte mm, den Durchschnitt der beiden Öffnungen, die durch die Blechdeckel ll Fig. 1. verschlossen sind und endlich den Durchschnitt der Öffnung n, welcher darstellt, wie die Blechpfanne auf die Eisenplatte mm gebracht wird.

Das mit dem Heizraume in Verbindung stehende Rohr h und die Zugröhren i u. k sind im Innern des Apparates punktiert gezeichnet, um ihre Einrichtung daraus zu ersehen. Das Rohr h steht mit der Mündung auf der Eisenplatte m, die an diesem Punkte durchbohrt ist, und nimmt daselbst den Rauch des Feuers auf, wie bei m' Fig. 4. zu ersehen ist; die Zugröhren münden dagegen mit doppeltem Knie in den Kasten selbst, etwas oberhalb des doppelten beweglichen Bodens v v, x x Fig. 4. Der horizontale Theil dieser Zugröhren ruht auf der Eisenplatte, welche sie erhitzt und so den Zug in dem Augenblicke bewirkt, wo die Räucherung beginnt; die Einzeltheile dieser Einrichtung sind Fig. 5. mehr im Großen zu sehen. Dieselben Buchstaben bezeichnen hier die nämliche schon bei Fig. 1. aufgeführten Gegenstände; wir werden auch bei Beschreibung der Fig. 4. wieder darauf zurück kommen.

Fig. 4. Durchschnitt des Räucherungsapparates nach der Linie CD des Grundrisses Fig. 1. von der Seite aus im Punkte M derselben Figur betrachtet.

Man sieht hier, wie der Rauch des Heizraums z unter der Eisenplatte mm fortzieht, diese erwärmt und sich hernach bei m' in das Eisenblechrohr h begiebt.

v, v, x, x, ist ein doppelter Boden, der auf Eisenstäben liegt; der untere Theil dieses Bodens besteht aus einer

Platte *xx* von Gußeisen; der obere *vv* ist aus gutem und wohl zusammengefügttem Eichenholze. Die beiden Böden sind durch querlaufende Eisenstäbe getrennt und das Ganze wird durch Bolzen zusammen gehalten; auf diese Weise kann das Feuer den hölzernen Fußboden *vv* nicht ergreifen, da er von dem eisernen Boden *xx* durch einen dazwischen befindlichen Luftstrom getrennt ist, und der Kranke empfindet, indem seine kalten Füße auf dem Holze stehen, nur eine angenehme Wärme.

Dieser doppelte Boden ist beweglich und berührt auf keiner Seite die Wände des Kastens; auf diese Weise läßt derselbe von allen Seiten nicht nur die Luft, welche durch die Berührung mit der Eisenplatte *mm* erwärmt worden, aufwärts strömen, sondern erlaubt auch den Gasen, welche sich aus den auf die Platte *mm* durch die Öffnungen *l, l*, geworfenen oder durch die Thüre *n* auf die Blechpfanne *S* hinein gebrachten Substanzen entbinden, in den Apparat emporzuströmen.

Um die Temperatur so gleichförmig als möglich in allen Theilen des Apparates zu machen, und um ein gleichmäßiges Hinzuströmen der Gase oder Dämpfe, welche man zu diesen Räucherungen anwendet, zu bewirken, muß man Sorge tragen, den beweglichen Boden so zu stellen, daß der leere Raum, welcher zwischen ihm und den Wänden des Kastens existirt, um so kleiner wird, je näher man dem Feuerplatze rückt. Man sieht diese Einrichtung in *u, u*.

a, ein Thermometer, dessen Kugel im Apparate und dessen Stiele außerhalb desselben sich befindet, damit der im Kasten sitzende Kranke sehen könne, welcher Temperatur sein Körper ausgesetzt ist.

l, Durchschnitt einer der Öffnungen, durch welche man die zur Räucherung bestimmten Substanzen in die Blechpfanne *S* wirft.

y, Lehnstuhl auf Rollen, auf welchem man paralytische lahme oder krüppelhafte Kranke durch die vordere Thüre, deren Verschuß man bei *1. Fig. 2. n. 3.* sieht, in den Kasten bringen kann.

2, 2, hölzernes dichtes Flechtwerk, welches auf den Boden des Apparates beinahe senkrecht gestellt ist; es ist damit, um zu verhindern, daß der Kranke sich die Gasse erkenne, wenn er solche dem Rohre h allzusehr nähern würde, über den Kasten heizt, indem der Rauch vom Heißraum z dasselbe fortzieht.

d e', punktirte Linie, welche den Platz bezeichnet, den der horizontale Deckel d e einnimmt, wenn er geöffnet und die Stütze g gelohnt wird.

k, Verbindung, welche zwischen der Zugröhre k und Hauptrohr h seitwärts hergestellt ist.

Will man eine Räucherung mittelst dieses Apparates nehmen, so verfährt man dabei folgendermaßen: wir setzen erstlich an, der Apparat befinde sich kalt im guten Stande und man wolle mit schweflichter Säure, welche Wasserdampfen gesättigt ist, räuchern.

Man fängt damit an, die Klappen der Zugröhren i k zu schließen und öffnet nur die Klappe des Rohres während man zu gleicher Zeit Feuer auf den Kasten im Heißraum z macht. Ist das Innere des Kastens hinlanglich erhitzt, was man an dem Thermometer a sieht, so wird der Kranke in den Kasten gebracht und die vordere Thüre verschlossen; hierauf läßt man den geöffneten Deckel so herab, daß der Kopf des Kranken durchgeht und über denselben aufragt; der Hals wird ihm nur mit einem leinenen Tuche umgeben, welches den freien Raum, der noch zwischen dem Kranke und dem Rande der Öffnung a vorhanden ist, verschließen soll. - Jetzt öffnet man die Klappen der Zugröhren i k, daß in den durch sie in dem Kasten erzeugten leeren Raum nur die äußere Luft ein wenig treten kann, so daß der leerer Raum genug bleibt, um ein Entweichen des schweflichtsauren Gases durch die Fugen zu verhindern, die solche Weise gleichsam verkittet sind. Man bringt auf mit der kleinen blechernen Schaufel Fig. 10. pulverisirten gewöhnlichen Schwefel durch eine der Öffnungen l, des Deckels man aufhebt und dann sogleich wieder verschließt. Der Schwefel, welcher auf die Platte m m fällt, die durch das Feuer in z hinreichend erhitzt worden, entzündet sich und

erzeugt schweflichte Säure, welche sich im Apparate verbreitet, indem dieselbe dahin durch den Raum bringt, welcher, wie wir bereits erwähnten, den beweglichen Boden $v v x x$, ringsum in ungleicher Entfernung von den Seitenwänden des Kastens scheidet. Das Gas umzieht den Kranken und gelangt endlich nach dem obern Theile des Kastens, wo es in die Zugröhren i u. k tritt und von da in die Haupttröhre h sich begiebt, um mit dem vom Heißraum aufsteigenden Rauche hinauszuziehen. Was den Wasserdampf betrifft, so ist das Innere der Kastens sehr leicht damit anzufüllen, denn man braucht nur statt des gewöhnlichen kapselartigen Deckels den mit einem Trichter versehenen l , Fig. 9. zu nehmen; man füllt denselben mit Wasser und bringt darunter auf die Platte $m m$ durch die Thüre n eine Blechpfanne S ; hierauf öffnet man den Hahn des Trichters und läßt so das Wasser tropfenweise in die stark erhitzte Pfanne fallen. Das Wasser verwandelt sich in Dampf, wird, indem es sich mit der schweflichten Säure mengt, in dem Apparate verbreitet und bringt so auf den Kranken, der sich darin befindet, die gewünschte Wirkung hervor. Man sieht, daß man bei jeder andern Räucherung ganz auf dieselbe Weise verfahren kann, und Jeder wird sehr leicht die Abänderungen treffen können, welche der Apparat bedarf, um zur Verflüchtigung anderer Stoffe sich zu eignen.

Wenn die Räucherung beendet ist, oder der Kranke sich erschöpft fühlt und den Apparat verlassen will, so braucht man nur, um keine schweflichte Säure im Zimmer zu verbreiten, deren Erzeugung im Kasten einen Augenblick vor dem Herausgehen des Kranken zu unterbrechen, die zwei durch die Deckel ll , verschlossenen Löcher zu öffnen, die Klappen des Rohres h zu schließen und dagegen die Klappen der Zugröhren i u. k ganz zu öffnen. Das nun vom Herde abgeschlossene Rohr h bedarf vieler Luft und nöthigt die Luft des Zimmers durch die beiden Öffnungen l, l , und durch die Spalten des Kastens in den Apparat zu treten, wo dieselbe sich mit der schweflichten Säure mengt, welche im Apparate ist. Das Ganze wird nun bald durch die beiden Zugröhren i u. k nach außen fortgeführt und der mit reiner Luft sich

stehende Kasten kann geöffnet werden, ohne daß man fürchten muß, irgend einen nachtheiligen oder unangenehmen Geruch in dem Zimmer zu verbreiten, in welchem der Apparat sich befindet.

145. Nachdem man das Ganze dieses Apparates begreifen hat, wird es leicht seyn, die Beschreibung des zusammengefügten, für zwölf Kranke bestimmten Apparates zu verstehen.

Tafel 10. Fig. 1. Grundriß des ganzen Apparates.

a, Vertiefung, in welche man hinabsteigt, um Feuer unter die blecherne Pfanne zu machen, in welche die Stoffe zu bringen sind, die man in Gas oder Dampf verwandeln will.

bcd, Grundriß des Räncherungskastens. Man steht auf demselben die zwölf Öffnungen, aus welchen die Köpfe der Kranken herausragen, wenn sich diese in dem Kasten befinden; es sind darauf auch die eisernen Beschlüge sichtbar. Die gerade Linie, welche die 6 auf jeder Seite angebrachten Öffnungen durchschneidet, bezeichnet die Projektion der Bänke, auf welchen die Kranken in dem Räncherungskasten sitzen. Um auch die kleinern Kranken so hoch zu setzen, daß ihre Köpfe aus dem Kasten herausragen können, der nur für Personen von mittlerer Größe berechnet ist, werden auf jene Bänke hölzerne Scheiben gelegt.

efgh, bezeichnet die Lehne oder Stütze, auf welcher die Deckel ruhen, wenn sie geöffnet sind.

i, k, Öfen, welche zur Heizung des Innern des Kastens dienen; diese Öfen können mit Sandbädern versehen seyn, um darin die Getränke für die Kranken zu wärmen.

lmn, blecherne Röhren, welche den Rauch der beiden Öfen i u. k in den Schornstein p führen.

oq, Zugröhren von Eisenblech, welche die aus dem Räncherungskasten kommenden Gase oder Dämpfe in den Schornstein p führen.

rrrr, Plan der Treppen, mittelst welcher man auf den Apparat gelangt, um durch eine der 12 viereckigen Öffnungen, welche auf demselben angebracht und mit zwölf

Die angegebenen bestimmten Punkte verfolge ich, bis
sie sich erledigen in London.

„plan des Ofens“, der zur Reinigung des Ofens dient.

Aufsetz 10. Fig. 2: Aufsicht des großen Ränderungs-
rings) gesehen vom Punkte D des Grundrisses Fig. 1.

be. vordere Kluft des Kastens, in welchen sich

2. Röhre des Behälters, der bestimmt ist die Pflanze zu trocknen; in welcher man die Stoffe, wenn sie dem Dampfe beständigen Strömen ausgesetzt werden, verflüchtigt oder verbrennt; der Rauch des Feuers zieht mittelst eines Kanals, welcher in der Erde unter dem Parale verläuft, und hierauf durch ein Rohr in den gemauerten Kamin ab.

7, Thür, welche die mit der erwähnten Blech-
in Verbindung stehende Öffnung verschließt; diese Thür
an ihrem untern Theil mit einem Register versehen, wo-
man nach Gefallen durch ein gelertes Eisen erhöhen
herablassen kann. Dieser Mechanismus dient, um über
Pfanne ihrer ganzen Breite nach einen gleichmäßig starken
oder weniger starken Luftstrom einzulassen, der gleichsam
Substanzen wegleben soll, welche in der Pfanne einem
stetig zu regulirenden Hitzegrade durch das im Heiß-
brennende Feuer ausgesetzt sind.

7, ein mit einem Hahn versehener Trichter; er-
um das in Dampf zu verwandelnde Wasser in die Pf
zu gießen, mit welchem die zur Räucherung bestimmten
oder Dämpfe gesättigt werden sollen.

22, Ansicht des Geländers, welches den Tritt umgibt, der zum Hineingehen in den Kasten dient.

==, Geländer, welches die Vertiefung = Fig. 1. giebt.

1, k, gewöhnliche Öfen zur Heizung des Innern.
 Kessel.

ef, Aufsatz der Lehne, welche den geöffneten Deckel der Stütze dient; an der hölzernen Stange **ef** werden die Röhren befestigt, die auch an der Seite eines jeden Kleiderhakens wiederholt angebracht sind, an welchen die Kranken ihre Kleider hängen, wenn sie sich auskleiden, um in den Saal zu gehen.

wa', Thermometer, deren Röhren im Innern des Kastens sind, um darnach das Feuer der Öfen zu reguliren und überall im Apparate eine gleichmäßige Temperatur herzustellen.

o' q' hölzerne Röhren, welche einen Zug im Kasten bewirken und mit dem Hauptschornstein **p** durch die Blechröhren **o u. q** in Verbindung stehen, in welchen man den Zug durch die Register **2. u. 3.** reguliren kann. Diese Zugröhren stehen mit dem Innern des Räucherungskastens durch unterirdische Kanäle in Verbindung, welche an den beiden Enden des Kastens und gegen die Mitte seiner Breite ausmünden.

Tafel 10. Fig. 3. Apparat von der Seite im Punkte A. Fig. 1. betrachtet.

b, d, Räucherungskasten.

i, gewöhnlicher Ofen; ein ähnlicher ist an der gegenüberstehenden Seite des Kastens, wie Fig. 1. u. 2. zeigt, angebracht.

4, 5, Thüren, durch welche man in den Kasten geht, wenn man sich nicht durch eine der zwölf Öffnungen hineinbegeben will, indem man auf die Stufen **rrrr** steigt; es sind zwei andere ähnliche Thüren auf der entgegengesetzten Seite des Räucherungskastens angebracht.

rrrr, Stufen, um auf den Apparat zu steigen und von da in denselben hinein gehen zu können.

zz, Geländer, welches die Vertiefung umgiebt, worin die Räucherungsöfen sich befinden.

y, Trichter mit einem Hahn versehen, vermittlest welchem man nach Belieben Wasser in die Blechpfanne gießen kann, worin die Räucherstoffe sich verflüchtigen.

h e, Lehre oder Stütze, auf welche sich die zwölf Kastenbedeckel legen; wenn sie geöffnet sind, steht man durch den angebrachten Bogen einen der beiden Thermometer, die zur Regulirung der Temperatur im Apparate dienen; das zweite Thermometer befindet sich am andern Ende.

s, Fajance-Ofen, der das Zimmer im Winter heizt, wenn die beiden Öfen des Apparats nicht hinreichen; das Rohr dieses Ofens gehört auch zugleich dem Ofen an, dessen Thür man bei u Fig. 2. sieht.

o', hölzernes Zugrohr, welches eine viereckige Säule bildet und den in dem Räucherungskasten befindlichen Gasen den Abzug erleichtert; dieses Rohr steht mit der Blechröhre o in Verbindung, die in den Schornstein p mündet; 2 stellt den Knopf des Registers dar, welches dazu dient die Öffnung des hölzernen Rohres mehr oder weniger abzuschließen, und dadurch den Zug beliebig zu reguliren.

n, Rohr, in welchem sich die Röhren der beiden zur Heizung des Apparates bestimmten Öfen vereinigen.

1, Röhre des Ofens k, Fig. 2.

Tafel 11. Fig. 1. Wagerichter Durchschnitt des Räucherungsapparates nach einer Ebene, welche man sich unter der Bedeckung und über den Bänken denkt, wie dieß durch die Linie EF im Aufriß Tafel 10. Fig. 2. angedeutet ist.

Aus der ins Einzelne gehenden Beschreibung der vorhergehenden Tafeln wird nun dieser Durchschnitt leicht verstanden werden können.

In 66, 77, steht man die beiden Bänke, auf welchen die Kranken sitzen.

4, 5, 23 u. 24. stellen die Durchschnitte der 4 Thüren dar, durch welche man in den Apparat gelangen kann, wenn man nicht durch das Besteigen der Stufen rrrr, von oben hinein gehen will.

17, u. 18, Öffnung der hölzernen Zugröhren o' u. q'; diese viereckigen Öffnungen sind mit einem metallnen Drathgitter bedeckt, um fremdartige Körper abzuhalten, welche in

die Kanäle fallen könnten. Man sieht auf dem Plan zwischen diesen beiden Öffnungen die beiden Röhren der Öfen genau bezeichnet, welche zur Heizung des Apparates dienen, und man wird zugleich unter diesen Röhren den hölzernen Kasten bemerken, unter welchem die zur Klücherung bestimmten Gase antommen. Es wurden zugleich alle unterhalb des Bodens befindlichen Einrichtungen punktirt dargestellt.

Tafel 11. Fig. 2. Senkrechter Durchschnitt des Klücherungskastens nach der Linie AB des Grundrisses Tafel 10, Fig. 1.

Hier wird nur von den besondern Einrichtungen die Rede seyn, welche auf diesem Durchschnitte zu sehen sind; das Ubrige ist schon bei der Beschreibung der vorhergehenden Figuren hinlänglich erläutert worden.

1, 1, 1, zeigen die gebrochene Linie, in deren Richtung die Röhre des Ofens k läuft, ehe sie in das Hauptrohr n mündet.

m, m, m, zeigt dagegen den Weg an, welchen die Röhre des Ofens i nimmt.

Die Röhre des Ofens i geht bei 20 in den Heizraum des Ofens k, ist aber mit einem blechernen Pfropf verschlossen, welcher nur abgenommen wird, wenn man die Röhren reinigen will. Diese Operation geschieht dann ganz einfach, indem man von dem Ofen i zu dem Ofen k zuerst mit Hülfe einer Schnur eine kleine Kugel und nachher mittelst dieser Schnur auch eine raue Bürste durchzieht, u. s. w.

Derselbe Fall findet Statt bei der Röhre des andern Ofens, welche bei 19 in den Ofen i geht, und die auf gleiche Weise gereinigt wird.

15, 16, deuten die beiden unterhalb des Bodens befindlichen Kanäle an, welche sich bei 17. u. 18. in den Apparat münden; die Gase bringen durch die Öffnungen 17. u. 18 in die Kanäle 16. u. 15, gehen von da in die hölzernen säulenförmigen Röhren q' o' und begeben sich durch die Röhre q u. o in den gemeinschaftlichen Schornstein p. Man sieht

bei 14, wie diese beiden Röhren o u. q in die Höhe gebogen sind, damit der Zug nicht gehindert werde.

Die Mündung der unter dem Boden befindlichen Kanäle 15. u. 16. befindet sich in dem Kasten nur etwas über dem Boden, wie bei 17. u. 18. zu sehen ist, damit bei dem Auskehren des Kastens, kein Schmutz in die Kanäle falle, die außerdem noch, der Vorsicht wegen, mit einem feinen Drathgitter bedeckt sind, um zu verhindern, daß etwa leinene Lächer hineinfallen und die Röhre verstopfen könnten.

10. Durchschnitt des unter dem Boden befindlichen Kanals, der die Gase in den Apparat leitet, welche sich aus der Blechpfanne entbinden, in welche die zur Räucherung bestimmten Substanzen gebracht werden; dieser Kanal öffnet sich in der Mitte des Apparates unter dem umgestürzten Kasten 8, 8, dessen Einrichtung man Fig. 2. u. 3. genau angegeben sieht.

11, Durchschnitt des unterhalb des Bodens befindlichen Kanals, welcher den Rauch des Ofens, dessen Thür man bei Tafel 10. Fig. 2. sieht, in den gemeinschaftlichen Schornstein führt.

Fig. 2. A. 8, 8. Plan des hölzernen Kastens ohne Boden, dessen Querdurchschnitt in B zu sehen ist. Dieser Kasten ruht mit der offenen Seite auf dem Boden; die obere Seite desselben ist mit vielen Löchern von ungleichem Durchmesser versehen, die nach der Mitte zu kleiner werden und nach den Enden hin sich mehr und mehr vergrößern, wie dieß aus Fig. 2, A ersen werden kann; bei 8, 8 Fig. 2 sieht man, daß dieser Kasten der Länge nach in dem Räucherungsapparate steht. Auf der folgenden Tafel werden wir seine Einrichtung näher kennen lernen.

Tafel 11, Fig. 3. Querdurchschnitt des Räucherungsapparates nach der Linie CD des Grundrisses Tafel 10. Fig. 1.

Wir werden hier nur von den Einzelheiten sprechen, die in den vorhergegangenen Beschreibungen noch nicht erwähnt worden; um jedoch lange und ermüdende Wieder-

hohlungen zu vermeiden, verweisen wir die Leser im Ubrigen auf die frühere Beschreibung dieser Tafeln.

6, u. 7, Banke, die rechts und links in dem Räucherungskasten der Länge nach stehen; auf sie setzen sich die zwölf Kranken, welche zu gleicher Zeit geräuchert werden; da die Kranken von ungleicher Größe sind, so setzen sich die Kleinern auf die bereits erwähnten, verschieden dicken hölzernen Scheiben, welche auf ihre Plätze gelegt werden, um die Sitze zu erheben. Man sieht hier wie die Kranken während der Räucherung im Kasten sitzen.

9, Blechpfanne, in welche man die zur Räucherung bestimmten Substanzen bringt; durch die Thür v, die bereits genau beschrieben worden, als von der Fig. 2. Tafel 10. die Rede war, werden dieselben in die Pfanne gegeben.

10, unterhalb des Bodens hinlaufender Kanal, der die Gase und Dämpfe von der Pfanne 9 durch den hölzernen Kasten Fig. 2. A in den Räucherungsapparat führt; dieser Kanal kann nach Belieben bis nach 13 verlängert werden, indem man die Scheidewand 13 wegnimmt, um auf dieser Seite, Wasserdampf oder irgend einen andern dampfförmigen Stoff, der sich zur Behandlung der Kranken eignet, in den Apparat zu bringen.

12. Heizraum, in welchem das Feuer brennt, was bestimmt ist die darüber befindliche Blechpfanne zu erhitzen, ja selbst im Nothfalle rothglühend zu machen; dieser Ofen wird durch die Thür u geheizt.

11, 11, unter dem Boden befindlicher Kanal, welcher dem Ofen 12 als Schornstein dient. Der Rauch dieses Ofens zieht durch diesen Kanal und geht dann durch den Ofen s, wo er verbrennt; die dadurch erzeugten Gase begeben sich in den gemeinschaftlichen Schornstein p durch das Rohr x des Ofens s.

n, Hauptrohr der beiden Öfen, die zur Heizung des Apparates bestimmt sind; man sieht, daß dieselbe im Schornstein p sich zur Erleichterung des Zuges knieförmig endigt.

k, einer der zur Heizung des Apparates bestimmten Öfen, von hinten betrachtet; vor demselben sieht man den Durchschnitt der sich kreuzenden Röhren der Öfen i u. k.

116. Hat man das Vorhergehende richtig aufgefaßt, so wird man nunmehr den Gang der Operation leicht begreifen können.

Wir nehmen an, Alles bestände sich in gutem Zustand; in dem Heizräume und Ofen des Apparates brenne noch kein Feuer, und Alles sey vorbereitet, um die Kranken aufzunehmen und die Operation anzufangen. Will man nun eine Räucherung mit schweflichter Säure vornehmen, so schließt man die Register ober Schieber 2 u. 3, welche im Zugrohr o' u. q' sich befinden, und zündet das Feuer in dem Fajanst-Ofen a ober im Ofen 12 an, dessen Thür in der Vertiefung bei u ist. Die Luft erwärmt sich und wird deshalb an der Röhre k umhüllt in dem Schornstein p verbleibend; dadurch wird ein Zug hergestellt, der nun die äußere Luft durch alle Öffnungen in den Kästen zu bringen nöthigt, und auf solche Weise die verschiedenen Luftströmungen erzeugt, von denen wir weiter unten sprechen werden.

Man zündet nun ohne Mühe in den beiden Ofen k u. l das Feuer an, welches bestimmt ist, das Innere des Räucherungskastens zu heizen; hat die Wärme den gehörigen Grad erreicht und sich gleichmäßig durch den Apparat verbreitet, so bringt man die zwölf Kranken entweder von oben, indem man die in Scharnieren laufenden Deckel öffnet, oder durch die an beiden Enden befindlichen vier Thüren in denselben hinein *).

Die zwölf Kranken setzen sich auf die Bänke 6 u. 7. Tafel 11. Fig. 1. u. 3.; man macht hierauf die Deckel zu, indem man den Kopf eines jeden Kranken aus dem in der Mitte des Deckels befindlichen Loch hervorragen läßt, und seinen Hals dann mit einem leinenen Tuche umgiebt, um das Herausbringen der schweflichten Säure zwischen dem Halse und dem Lochrande zu verhindern **). Man fährt

*) Man kann auch die Kleider der Kranken der Wirkung der schweflichten Säure aussetzen, während jene in dem Kasten sitzen; zu dem Ende würde es hinreichen, die Kleider in einen Kleiderschrank zu hängen, in welchen man die aus dem Apparate kommenden Dämpfe leiten könnte.

**) Sollte man den Kopf des Kranken einer Räucherung aussetzen, so müßte man statt des Handtuches eine lederne Kapuze anwenden, die auf den Deckel

fort in den Ofen i u. k zu heizen, um die Temperatur im Innern des Ofens stets gleich zu erhalten; hierauf öffnet man die Thüre v Tafel 10. Fig. 2. um die zur Räucherung bestimmten Stoffe, und in diesem Falle, gewöhnlichen pulverisirten Schwefel in die blecherne Pfanne zu bringen. Hierauf verschließt man die Thüre v wieder und mittelst des Hebheisens, von dem bei der Beschreibung der Tafel 10. Fig. 2. die Rede war, hebt man das Register ein wenig in die Höhe, welches an dem Untertheil dieser Thüre angebracht ist und leitet so über den brennenden Schwefel hinweg, einen mehr oder minder starken Luftstrom, um die Verbrennung desselben auf eine zweckgemäße Weise zu bewirken; zu gleicher Zeit öffnet man nun die Register 2. u. 3. welche sich in den Zugröhren o', q' Tafel 10. Fig. 2. befinden und stellt so einen Luftzug in dem Apparate her. Die sich in der Blechpfanne 9, Tafel 11, Fig. 3. bildende schweflichte Säure geht mit der nicht zersetzten Luft in den unter dem Boden befindlichen Kanal 10 und gelangt nach 8 in den ausgefüllten hölzernen Kasten Fig. 2. A. Das schweflichtsaure Gas erfüllt diesen behälterartigen Raum und kann aus demselben nur durch die Löcher des Deckels herausdringen, welche sodann, vermöge ihres ungleichen Durchmessers dieses Gas in allen Theilen des Apparates auf eine gleichmäßige Weise verbreiten. Das Gas wirbelt in den Kasten empor, umgiebt die Kranken, auf die es nun die erforderliche Wirkung ausübt und wird dann durch die Zugröhren, welche in dem Kasten die Luft verdünnen, nach den Öffnungen 17. u. 18. Tafel 11. Fig. 1. u. 2. hingeleitet, von wo aus es weiter fort durch die Röhren o' q' und o q in den gemeinschaftlichen Schornstein geführt wird.

147. Die Zugröhren o' q' dienen also: erstens um einen Luftzug in dem Kasten zu bewirken; Zweitens, um die Erzeugung der Gase oder Dämpfe in der Blechpfanne 9 Tafel 11. Fig. 3. zu begünstigen; drittens, um dieselben Dämpfe

genagelt ist, und so fest an das Gesicht des Kranken mittelst eines mit einer Schnalle versehenen Bandes anschließt, daß nur das Angesicht frei und mit der äußern Luft in unmittelbarer Berührung bleibt.

nach außen fortzuführen, wenn sie auf die Haut der Kranken gewirkt, und sich mit deren reichlichem Schweiße gesättigt haben; viertens, um ein Zutreten neuer Dämpfe zu demselben Zwecke nach dem Kasten zu bewirken.

Diese Zugröhren dienen außerdem auch dazu, alle Fugen des Kastens gleichsam zu verkitten und zu verhindern, daß die Gase durch die Spalten der Röhren und Deckel herausbringen und auf solche Weise die reine Luft verderben, welche in dem Zimmer geathmet werden soll, in welchem die mit Kranken angefüllten Apparate und noch außerdem andere Kranke sich befinden, die daselbst warten bis die Reihe an sie kommt. Dieser vollkommene Erfolg ist ohne Widerrede der größte Vortheil, welchen der beschriebene Räucherungsapparat darbietet. In den früher eingerichteten Kästen, war man genöthigt, um das Herausbringen der Gase durch die Spalten zu verhindern, welches dem Athmen der Kranken nachtheilig werden mußte, alle Fugen des Apparates zu verkitten; wenn der Kranke hineingebracht war. Es konnte dieß zuweilen sehr unbequem; ja oft sogar gefährlich werden und außerdem noch auf den Kranken nachtheilig dadurch einwirken, daß es ihm Besorgnisse einflößte, die einen moralischen Einfluß auf ihn hätten äußern müssen. In dem Apparat mit zwölf Plätzen können die Gase nicht aus dem Kasten entweichen und dieß wird sehr einfach und vollkommen durch die Zugröhren o' und q' allein bewirkt, in denen man den Zug durch das beliebige Öffnen der Register 2. und 3. Tafel 10, Fig. 2. regelt. Erfordern diese Zugröhren mehr Luft als durch die wagrechte, unten an der Thüre v Tafel 11. Fig. 2. befindliche Spalte einströmen kann, so ist klar, daß die Luft des Zimmers in den Apparat durch die übrigen Ritzen und Fugen bringen wird, um die Zugröhren zu versorgen und das Gleichgewicht der Luft, welches diese stets zu stören suchen, wieder herzustellen. Man sieht leicht ein, daß man durch eine gute Regulirung des Spieles dieser Zugröhren, nach Belieben alle Fugen des Apparates gleichsam verkitten kann; dieses findet namentlich dann Statt, wenn man nur die Schieber 2. und 3. öffnet, was gerade nöthig ist, um das Herausbringen der Gase aus dem Kasten durch die Zu-

gen der Thüren und Deckel zu verhindern. Wollte man es auf andere Weise machen, so würden die Gase entweder in das Zimmer herausbringen oder die Luft des Zimmers in den Apparat treten; beides sind Umstände, die vermieden werden müssen, weil in dem ersten Falle die Kranken schädliche Gase athmen müssen und weil in dem zweiten sie durch die kalten in den Kasten bringenden Luftströme leiden würden.

Man bedient sich desselben Mittels, um ohne Nachtheil einen der zwölf Deckel des Kastens ganz öffnen zu können. Zu dem Ende reicht es hin die Spalte der Thüre v Tafel 10, Fig. 2. zu schließen, dann die Schieber oder Register 2. und 1. ganz zu öffnen und langsam einen der Deckel des Räucherungskastens in die Höhe zu heben; die beiden Zugröhren o' q' ziehen aus dem Apparate alle Luft an sich, welche durch die Öffnung, von der man den Deckel abgenommen hat, hineintrifft und es wird so durch die hineinstürzende Luft das Herausdringen der Gase verhindert.

Diese Einrichtung gewährt den großen Vortheil, nie das Spiel des Apparates unterbrechen zu müssen, so lange noch Kranke zu behandeln sind. Würde ein Kranker sich ermattet fühlen oder wäre er bereits lang genug der Räucherung ausgesetzt gewesen, so trifft man die eben erwähnten Vorkehrungen; man öffnet den Deckel des Platzes, an welchem sich derselbe befindet, läßt ihn heraus gehen und bringt einen neuen Kranken an seine Stelle; alles dieß geschieht ohne die Räucherung zu unterbrechen, und ohne daß der geringste Geruch im Zimmer verbreitet würde. Sobald der neue Kranke an seinem Platze sitzt, schließt man die Register der Zugröhren, öffnet dann die Spalte der Thüre v und fährt nun fort, den Apparat so zu besorgen, wie bereits erwähnt wurde.

148. Wir führen nun noch beim Schluß dieser Beschreibung die verschiedenen Räucherungen an, welche vermittelst dieses Apparates vorgenommen werden können.

Man kann geben: 1) Bäder von trockner und warmer Luft; 2) Bäder von warmer mit Wasserdämpfen gesättigter Luft; 3) Bäder mit schweflichter Säure oder mit irgend einer an-

dem trocknet oder mit Wasserdämpfen gesättigten Säure;
 4.) Silber, aus Schwefelwasserstoff, verdampftem Wein,
 Schwefeldampf u. s. w. 5.) Quecksilberränderungen, arse-
 matische, spiritische Ränderungen u. s. w. mit einem Worte,
 man kann in diesem Apparate den Kranken leicht Bäder von
 allen Dämpfen und Gasen, entweder einzeln für sich, oder
 mannichfaltig mit einander gemengt geben.

Wir gehen nun in dieser Beziehung nicht weiter ins
 Einzelne ein, weil die Pharmazeuten mit dem zur Erreichung
 dieses Zweckes nöthigen Manipulationen vertraut seyn müs-
 sen, indem besonders ihnen es obliegt diese verschiedenen Bä-
 der oder Ränderungen zu bereiten und die Kranken damit
 zu bedienen.

Unterschweflichte Säure.

(Synonymie. Geschwefelte schweflichte Säure.
 Lat. Acidum hyposulphurosum. Franz. Acide
 hyposulfureux.)

149. Wenn man eine Auflösung eines neutralen schwe-
 flichtsauren Alkali's eine Zeit lang mit Schwefelblumen kochen
 läßt, so bemerkt man, daß das Salz eine Menge Schwefel
 auflöst, welche der gleich ist, die schon in der schweflichten
 Säure des Salzes enthalten ist. Das Salz bleibt neutral
 und man nimmt gegenwärtig an, daß die schweflichte Säure,
 indem sie sich mit dieser neuen Menge Schwefel verbindet,
 sich in eine neue Säure verwandelt, deren Sauerstoffgehalt
 geringer ist und der man den Namen unterschweflichte Säure
 beilegte. Diese Säure, welche auf dieselbe Menge Sauer-
 stoff zweimal mehr Schwefel enthält, ist zusammengesetzt aus

2 At. Schwefel	402,32	oder 65,80
2 At. Sauerstoff	200,00	33,20
2 At. Unterschweflichte Säure	602,32	100,00

Herschel und Gay-Lussac haben, indem sie die Ver-
 bindungen derselben untersuchten und ihre Existenz als eigene
 Säuren annahmen, gezeigt, daß man dieselbe nur einige Au-
 genblicke im gesonderten Zustande erhalten kann. Wenn man
 z. B. zu einer verdünnten Auflösung von unterschweflichtsaurem

Quantität Schwefelsäure hinzusetzt, so bildet sich unauflöslicher schwefelsaurer Strontian, und die Auflösung enthält nur freie unterschweflichte Säure. Filtrirt man nun schnell, um das schwefelsaure Salz zu trennen, so erhält man anfangs eine klare geruchlose Auflösung, die sich jedoch bald trübt, Schwefel absetzt und dann den Geruch der schweflichtigen Säure annimmt. Die unterschweflichte Säure verwandelt sich stets von selbst in Schwefel und schweflichte Säure, wie sorgfältig man auch zu Werke gehen mag, um sie unverändert zu erhalten. Es ist dieß eine merkwürdige Thatsache, denn die Salze der unterschweflichten Säure, im Ganzen, sind viel beständiger, als die schweflichtsauren.

Schwefelsäure.

(Synonyme. Vitriolsäure, Vitriolöl. Lat. Acidum vitrioli, Acidum sulphuricum. Franz. Acide sulfurique.)

150. Die Schwefelsäure muß unter diejenigen Produkte gezählt werden, welche für die Industrie den größten Werth haben. Als Säure ist sie eine der stärksten, die wir kennen und ihre Eigenschaften sind von der Art, daß sie gewöhnlich fast überall da angewendet werden kann, wo es sich um die Anwendung irgend eines sauren Stoffes überhaupt handelt. Ihr niedriger Preis begünstigt in dieser Hinsicht sehr und es ist in der That von hoher Wichtigkeit für jedes Land, wo man das Gedeihen der Fabriken unterstützen will, den Preis der zu ihrer Production erforderlichen Stoffe so billig als möglich zu stellen suchen. Die Schwefelsäure wird angewendet, um sich alle übrigen Säuren zu verschaffen, sie ist zur Bereitung der künstlichen Soda unerlässlich nothwendig; in der Bleicherei, so wie in der Färberei werden große Quantitäten verbraucht und mit einem Worte es giebt fast keinen Industriezweig, bei welchem nicht ein mehr oder minder beträchtlicher Verbrauch dieser Säure Statt fände. Wäre man im Besitze genauer Tabellen, welche die jährlich in verschiedenen Ländern oder zu verschiedenen Zeiten verbrauchten Mengen von Schwefelsäure angäben, so

würde ohne Zweifel eine solche Übersicht zugleich einen sichern Maßstab für die Entwicklung der Industrie im Allgemeinen für diese Zeitschnitte oder diese Länder liefern.

Diese Säure, deren Entdeckung dem Chemiker Balinus Balexianus zugeschrieben wird, der gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts lebte, hat auch nach und nach alle berühmten Männer, die sich dem Studium der Chemie widmeten, beschäftigt. Ihre Wichtigkeit veranlaßt uns, hier mit weit größerer Ausführlichkeit von ihr zu handeln, als wir dies bei dem Studium der vorhergehenden Körper thun haben; allein wir werden ihre Wirkung auf diejenigen Stoffe, welche nach dem für dieses Werk festgesetzten Plan erst später vorkommen, noch nicht näher untersuchen, dadurch alle unnützen Wiederholungen zu vermeiden.

Man kennt die Schwefelsäure unter drei verschiednen Formen: 1.) rein und wasserfrei; 2.) verbunden mit einem bestimmten Theile Wasser, welches die gewöhnliche, im Handel vorkommende Säure (sogenannte englische Schwefelsäure) ist; 3.) als rauchende Säure, welche eine Gemenge von wasserfreier und wasserhaltiger Säure in veränderlichen Verhältnissen ist. Diese Säure ist im Handel unter dem Namen sächsische oder böhmische Schwefelsäure (Vitriol) bekannt.

151. Eigenschaften der reinen Schwefelsäure. Die Schwefelsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur starr, bei 25° C. wird sie jedoch tropfbarflüssig und fäh beinahe auch gleichzeitig an, Dämpfe zu bilden. Ist sie einmal krySTALLISIRT, so hält es schwer sie wiederum zu schmelzen, und man kann dies dann nur mit Hülfe eines leichten Druckes bewirken. Sie krySTALLISIRT in Form weißer seidener Nadeln, welche biegsam sind und einen auffallenden Glanz besitzen. Im tropfbarflüssigen Zustande ist bei ungefähr 20° C. ihr spezif. Gewicht 1,97; starr würde sie ohne Zweifel eine etwas größere Dichtigkeit besitzen. Eine Säure, welche die Rothgluth noch nicht erreicht, verwandelt sie in Dampf; allein in der Rothgluthhize und darüber wird sie in schweflichte Säure und Sauerstoff zerlegt. Zu demelingen dieses Versuches ist erforderlich, eine Porzellanne-

zu nehmen, diese mit Porzellanbruchstücken anzufüllen und sie dann sehr stark zu erhitzen, ehe man die schwefelsauren Dämpfe durchstreichen läßt. Man fangt das Gas über Quecksilber auf.

Auf den Sauerstoff der Luft äußert sie keine Wirkung, allein sie zieht aus der Atmosphäre die Feuchtigkeit sehr begerig an und verbreitet demzufolge, in Berührung mit der Luft, dicke weiße Nebel, indem sie in einen mehr oder weniger wasserhaltigen Zustand übergeht. Durch Wasserstoff würde sie sich wahrscheinlich in Wasser und Schwefelwasserstoff verwandeln. Die Wirkung des Chlors oder Broms auf diese Säure ist bis jetzt noch nicht untersucht worden. Das Jod wird von ihr aufgelöst, indem sie sich grünlichblau färbt; auch Schwefel löst sie auf und färbt sich dadurch braun, grün oder blau, je nach der Menge des aufgelösten Schwefels; die blaue Säure enthält am wenigsten, die braune am meisten Schwefel. Auch das Selen und selbst Tellur löst sie auf. Die Selenauflösung ist schön grün, die des Tellurs schön karmesinroth. Gießt man Wasser schnell auf diese Auflösungen, so bemächtigt sich die Säure desselben und die aufgelösten Stoffe werden unverändert gefällt. Läßt man dagegen diese Auflösungen an der Luft stehen, so ziehen sie allmählig die Feuchtigkeit derselben an, die aufgelösten Stoffe mit Ausnahme des Jods oxydiren sich und die Säure wird in schweflichte Säure verwandelt.

Nach dem bereits Gesagten ist die Wirkung dieser Säure auf das Wasser sehr kräftig; es zeigt sich dieß auch, wenn man von derselben im flüssigen Zustand einige Tropfen in das Wasser fallen läßt; jeder Tropfen erregt ein Geräusch gleich dem in Wasser getauchten glühenden Eisen und verursacht gleichzeitig beinahe eine kleine Explosion; es ist dieß der großen Menge von Wärme, die sich hierbei entbindet, zuzuschreiben, wodurch schnell etwas Wasserdampf erzeugt wird. Man erhält auf solche Weise Wasser, welches mehr oder weniger Säure enthält und dessen Dichtigkeit in dem Maße wächst, als der Säuregehalt sich vermehrt.

Läßt man auf die mit Wasser verdünnte Säure Wärme einwirken, so gerath sie allmählig ins Kochen und der Sied-

depunkt derselben steigt nach und nach bis auf 310° c. wo es endlich fest stehen bleibt. Die jetzt noch in der Retorte befindliche Flüssigkeit kann nun unverändert überdestillirt werden und besitzt jetzt alle Eigenschaften einer Verbindung von Schwefelsäure und Wasser in bestimmten Verhältnissen; sie ist diejenige Verbindung, welche die gewöhnliche Schwefelsäure des Handels bildet. Wir wollen nun die Haupt Eigenschaften derselben näher kennen lernen.

152. Eigenschaften der gewöhnlichen wasserhaltigen Schwefelsäure. Die wasserhaltige Schwefelsäure ist eine öhlartige, viel zähere Flüssigkeit, als die flüssige wasserfreie Säure; sie ist jedoch minder schwer, denn ihre Dichtigkeit bei 15° c. beträgt nur 1,848. Sie ist weniger ätzend, allein doch noch in so hohem Grade, um schnell alle Pflanzen- und Thier-Stoffe zu zerstören. Während die wasserfreie Säure bei 25° c. kocht, siedet die wasserhaltige erst bei 310° und wenn die wasserfreie beständig fest ist, so gefriert diese erst bei $10-12^{\circ}$ c. unter Ruß. Beide röthen das Lakmüs sehr stark. Die Letztere wird in der Hitze zerlegt in Wasser, schweflichte Säure und Sauerstoff; übrigens verhält sie sich in den meisten Fällen wie die wasserfreie Säure, außer daß sie das Selen und Tellur weniger leicht und den Schwefel und das Jod selbst unter Mitwirkung der Wärme gar nicht auflöst. Das Jod äußert bei höherer Temperatur keine Wirkung, aber der Schwefel verwandelt sie in schweflichte Säure, indem er selbst in diesen Körper übergeht.

Sie raucht nicht an der Luft, zieht aber sehr stark die Feuchtigkeit aus derselben an, so daß sie, wenn man solche einer mit Wassergas gesättigten Luft aussetzt, das fünfzehnfache ihres eigenen Gewichtes Wasser anzieht, vorausgesetzt, daß man den Versuch lange genug fortsetzt und von Zeit zu Zeit die Flüssigkeit herumrührt, um die verschiedenen Schichten mit einander zu vermischen.

153. Gießt man diese Säure in Wasser, so erzeugt sie viel Wärme, jedoch weniger als die wasserfreie *). Wird

*) Es dürfte nicht überflüssig seyn, namentlich für diejenigen, welche mit diesen Erscheinungen noch nicht bekannt sind, zu bemerken, daß man bei solchen Ver-

langsam in diese Flüssigkeit gegossen, so fließt sie gleich dem Syrup durch dieselbe, senkt sich zu Boden und verbindet sich nur sehr langsam mit ihr. Rührt man dagegen um, so findet die Verbindung sogleich mit sehr beträchtlicher Wärmeentwicklung Statt. Mischt man 250 Gramme gewöhnliche Säure mit eben so viel Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, erhält man eine Flüssigkeit von 84°C . Nimmt man dagegen 50° Säure und 125 Wasser, so kann die Temperatur des Gemisches selbst bis auf 105°C . steigen, also noch über den Siedepunkt des Wassers.

In folgender Tafel finden sich die durch verschiedene Gemische von Wasser und concentrirte Schwefelsäure beobachteten hervorgebrachten Temperaturerhöhungen. Es dürfte nicht ohne Nutzen seyn, dieselbe, wenn man ähnliche Mischungen vorzunehmen hat, zu Rath zu ziehen.

Tafel über diejenigen Temperaturen, welche erzeugt werden, wenn man 5 Kilogr. Wasser von 10°C . mischt mit

Koncentrirter gewöhnlicher Schwefelsäure von 10°C .	Temperatur des Gemisches	Koncentrirter gewöhnlicher Schwefelsäure von 10°C .	Temperatur des Gemisches.
Kilogr.		Kilogr.	
0,5	25°C .	7	113°C .
1	37	7,5	116
1,5	43	8	119
2	53	8,5	121
2,5	58	9	123
3	62	9,5	124
3,5	68	10	125
4	75	12,5	130
4,5	85	13,5	129
5	95	15	129
5,5	101	17,5	127
6	105	20	120
6,5	109		

schungen sehr vorsichtig zu Werke gehen muß, um einem plötzlichen Berspringen der Gefäße vorzubeugen, und um durch die oft gewaltsam emporgeschleuderte Säure nicht verletzt zu werden. Man gieße zu dem Ende nur kleine Mengen Säure nach und nach in das Wasser wie aber letzteres in größere Mengen Säure. Es gilt dies vorzüglich bei der rauchenden Schwefelsäure. K. u. E.

Demnach darf man nicht erkennen, wenn Lavoisier und Laplace, indem sie 754 Thl. Wasser und 979 Thl. wasserhaltige Säure mischten, fanden, daß hierdurch so viel Wärme erzeugt wurde, daß damit 1529 Thl. Eis geschmolzen werden konnten.

Mit Eis oder Schnee in Berührung gebracht, bewirkt sie schnell deren Schmelzung. Es entsteht Wärme durch die Verbindung des Wassers mit der Säure; dagegen aber wird Kälte hervorgebracht durch das Schmelzen des Eises. Die Temperatur des Gemenges steigt oder sinkt, je nachdem die eine der beiden Erfolge den andern überwiegt. Wenn man 4 Theile Säure und 1 Theil gestossenes Eis nimmt, so erhitzt sich das Gemenge, während dagegen eine Mischung von 1 Thl. gest. Eis und 1 Thl. Säure, die Temperatur derselben bis ungefähr auf 20° unter Null herabstimmt.

154. Die wasserhaltige Säure, von der hier die Rede ist, kann sich demnach mit verschiedenen Mengen Wasser verbinden. In dem Maße, als man von demselben hinzufügt, vermindert sich ihre Dichtigkeit und nähert sich daher mehr und mehr der Einheit; ihr Siedepunkt sinkt zugleich und nähert sich nach und nach dem des Wassers oder 100° ; allein niemals kann man beide Punkte erreichen und noch viel weniger sie überschreiten.

Die wasserhaltige Säure kann auch die wasserfreie Säure auflösen und dann nimmt ihre Dichtigkeit zu, während ihr Siedepunkt schnell herabsinkt. Niemals erlangt sie jedoch eine größere Dichtigkeit als 1,97, so wie ihr Siedepunkt nie unter 25° c. herabsinkt.

155. Es giebt demnach für die wasserhaltige Säure einen unveränderlichen Zustand, dessen Siedepunkt 310° ist. Indem man Wasser hinzufügt, erhält man wasserhaltiger Verbindungen, welche sich in der Wärme trennen, in Wasser das sich entbindet und in Säure, welche bei 310° kocht und zurückbleibt. Setzt man aber wasserfreie Säure hinzu, so erhält man dagegen minder wasserhaltige Verbindungen, die gleichfalls in der Hitze zerfallen und zwar so, daß sich die wasserfreie Säure verflüchtigt und die bei 310° a. kochende Säure, wie im erstern Falle, in dem Gefäße zurückbleibt.

Die folgende Tafel zeigt die verschiedenen Siedepunkte, welche die gewöhnliche mit mehr oder weniger Wasser verdünnte Säure aufzuweisen hat. Eine ähnliche Reihe von Beobachtungen für diese Säure, wenn sie mehr oder weniger wasserfreier Säure vermischt ist, wurde noch nicht angestellt, allein so viel ist stets gewiß, daß die Gegenwart dieses Festern schnell ihren Siedepunkt herabsinken macht.

Tafel über den Siedepunkt der Schwefelsäure von verschiedenen Graden.

Specif. Gewicht.	Siedepunkt.	Specif. Gewicht.	Siedepunkt.
1,852	327° c.	1,769	217° c.
1,849	318	1,757	212
1,848	310	1,744	204
1,847	301	1,730	198
1,845	293	1,715	194
1,842	284	1,699	190
1,838	277	1,684	186
1,833	268	1,670	182
1,827	260	1,650	177
1,819	253	1,520	143
1,810	245	1,408	127
1,801	240	1,30	116
1,791	230	1,20	107
1,780	224	1,10	123

156. Wenn es mehrere Hydrate der Schwefelsäure giebt; so ist wenigstens die gewöhnliche Schwefelsäure des Handels das beständigste. Diese Verbindung ist es auch, welche gewöhnlich bei Untersuchung der Eigenschaften einer mehr oder weniger mit Wasser verdünnten Schwefelsäure zum Vergleichungspunkte dient.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß mehr als eine Verbindung der Schwefelsäure und des Wassers in bestimmten Verhältnissen existirt. Die Wärme, welche sich entbindet, wenn die wasserhaltige gewöhnliche Säure in Berührung mit dieser Flüssigkeit gebracht wird, deutet auf die Bildung einer neuen Verbindung hin, deren Vorhandenseyn auch dadurch noch wahrscheinlicher gemacht wird, daß die nur etwas verdünnte Säure mit bemerkenswerther Leichtigkeit gefriert.

Während die gewöhnliche Säure erst bei 10 oder 12° c. unter Null starr wird und das Wasser nur bei 0° gefriert, so krystallisirt diese Säure in sehr reinen durchsichtigen und bisweilen großen Prismen bei einer Temperatur von 4 oder 5° c. über Null. Diese mit Wasser in angemessenem Verhältniß verdünnte Säure, die allein diese Eigenschaft unter den mannichfaltigen möglichen Mischungen von Schwefelsäure und Wasser besitzt, scheint also eine bestimmt charakterisirte Verbindung von Wasser und Säure zu seyn; allein durch die Wärme wird sie aufgehoben, und ist deshalb weniger beständig als die gewöhnliche Säure.

157. Eigenschaften der rathenden Nordhäuser oder sächsischen Schwefelsäure.

Mit diesem Namen bezeichnet man eine Flüssigkeit, welche aus veränderlichen Mengen wasserfreier und gewöhnlicher Säure nebst etwas schweflichter Säure, welche zufällig darin vorkommt, besteht. Läßt man die schweflichte Säure unberücksichtigt, so ist es leicht, sich einen Begriff von den Eigenschaften dieses Körpers zu machen; sie ist demnach leichter als die wasserfreie, aber schwerer als die gewöhnliche Säure. Sie krystallisirt leichter als diese Letztere, aber schwieriger als die Erstere. Auf das Wasser wirkt sie um so viel kräftiger ein, als ihr Gehalt an wasserfreier Säure größer ist. Wird sie erhitzt, so verliert sie leicht die wasserfreie, so wie die schweflichte Säure und bleibt als gewöhnliche Säure im Gefaße zurück. Der Luft ausgesetzt, verbreitet sie weiße Dämpfe, welche von der Verflüchtigung der wasserfreien Säure herrühren, die auf die Feuchtigkeit der Atmosphäre einwirken und diese anziehen.

Alle ihre Eigenschaften lassen sich von denen der wasserfreien und gewöhnlichen Säure ableiten; sie verhält sich übrigens mehr wie ein Gemenge, als wie eine Verbindung. Wenn sie besonders hier aufgeführt wird, so geschieht dieß, weil sie in der Färberei zur Auflösung des Indigo's der gewöhnlichen Säure vorgezogen wird.

158. Zusammensetzung. Wird die Schwefelsäure der Einwirkung der Wärme unterworfen, so verwandelt sie sich, wie bereits erwähnt worden, in schweflichte Säure und

Sauerstoff. Gay-Lussac, der ihre Zusammensetzung auf das sorgfältigste untersuchte, hat sich überzeugt, daß diese Gase sich genau in dem Verhältnisse von 2 Maaß schweflichter Säure und 1 Maaß Sauerstoff verbinden. A: Schwefelsäure ist demnach zusammengesetzt aus:

1 At. Schwefel	201,16	oder	40,12
3 At. Sauerstoff	300,00		59,86
1 At. Schwefelsäure	501,16		100,00

Die gewöhnlich im Handel vorkommende Schwefelsäure (sog. englische Schwefelsäure) ist genau bestimmtes Hydrat. Ist ihr spezif. Gewicht = 1,848, so besteht sie aus:

1 At. wasserfreier Schwefelsäure	501,16	oder	81,68
2 At. Wasser	112,48		18,32
	613,64		100,00

Das spezif. Gewicht der wasserhaltigen Säure, welche bei 4 oder 5° über Null krystallisirt, hat Reit 1,78 gefunden. Nach Dalton enthielte diese Säure genau zweimal so viel Wasser als die gewöhnliche Säure, was aber nicht mit den Erfahrungen vieler anderer Chemiker übereinstimmt, nach welchen die bis zu diesem Punkte verdünnte Säure nur ungefähr 1,72 wiegen würde. Obschon man demnach aus ihrem Verhalten schließen darf, daß sie eine bestimmte Verbindung ist, so ist man doch noch über ihre wahre Zusammensetzung nicht im Reinen.

159. Mischt man Wasser mit Schwefelsäure, so besitzt das Gemisch nie die mittlere Dichtigkeit beider Flüssigkeiten; es findet stets eine Verdichtung Statt und da diese nicht immer dieselbe ist, so kennt man noch keine allgemeine Regel, nach welcher man die Stärke irgend einer verdünnten Schwefelsäure bestimmen könnte. Man war genöthigt Versuche mit verschiedenen Gemischen zu machen und entwarf so sehr nützliche Tafeln. Es giebt deren mehrere, aber wir werden nur die von Bauquelin, d'Arcet und Parfès aufführen, indem uns die Tafel Daltons nicht genau zu seyn scheint und die von Ure nur eine Wiederholung der Parfès'schen ist. Diese 5 Tafeln sind die einzigen, welche wir kennen; sie beziehen sich sämmtlich auf die gewöhnliche wasser-

ferhaltige Schwefelsäure, welche man bei Bereitung dieser verschiedenen Mischungen anwandte.

Tafel über die Reichhaltigkeit der Schwefelsäure von verschiedenen Graden bei einer Temperatur von 15° c.

Grade des Baume'schen Aerometers.	Dichtigkeit der Säure, die des Wassers = 1 ge. setzt.	In 100 Thl. ist gewöhnliche wasserhaltige Schwefelsäure enthalten.	Wassermenge in 100 Theilen.	Name des Beobachters.
66°	1,842	100	0	
60°	1,725	84,22	15,78	Bauquelin.
60°	1,717	82,34	17,66	d'Arcet.
55°	1,618	74,32	25,68	Bauquelin.
55°	1,618	74,32	25,68	d'Arcet.
54°	1,603	72,70	27,30	Derselbe.
53°	1,586	71,17	28,83	Derselbe.
52°	1,566	69,30	30,70	Derselbe.
51°	1,550	68,30	31,70	Derselbe.
50°	1,532	66,45	33,55	Derselbe.
50°	1,524	66,45	33,55	Bauquelin.
49°	1,515	64,37	35,63	d'Arcet.
48°	1,500	62,80	37,20	Derselbe.
47°	1,482	61,32	38,68	Derselbe.
46°	1,466	59,85	40,15	Derselbe.
45°	1,454	58,02	41,98	Derselbe.
45°	1,466	58,02	41,98	Bauquelin.
40°	1,375	50,41	49,59	Derselbe.
35°	1,315	43,21	56,79	Derselbe.
30°	1,260	36,52	63,48	Derselbe.
25°	1,210	30,12	69,88	Derselbe.
20°	1,162	24,01	75,99	Derselbe.
15°	1,114	17,39	82,61	Derselbe.
10°	1,076	11,73	88,27	Derselbe.
5°	1,023	6,60	93,40	Derselbe.

Tafel über die Reichhaltigkeit der Schwefelsäure von verschiedenen
Graden bei der Temperatur von 15° c. nach Parles.

Dichtigkeit.	In 100 Thl. an gewöhnliche Schwefelsäure enthalten.	Dichtigkeit.	In 100 Thl. an gewöhnliche Schwefelsäure enthalten.
1,8484	99,009	1,6113	70,921
1,8465	98,037	1,6054	70,422
1,8445	97,087	1,5995	69,930
1,8416	96,163	1,5937	69,444
1,8387	95,238	1,5879	68,965
1,8358	94,339	1,5820	68,493
1,8319	93,457	1,5761	68,027
1,8270	92,509	1,5703	67,567
1,8222	91,743	1,5645	67,114
1,8163	90,909	1,5585	66,666
1,8104	90,000	1,5526	66,225
1,8046	89,285	1,5478	65,789
1,7988	88,495	1,5429	65,359
1,7929	87,719	1,5390	64,935
1,7880	86,956	1,5351	64,516
1,7821	86,206	1,5312	64,102
1,7744	85,470	1,5273	63,694
1,7666	84,745	1,5234	63,291
1,7588	84,033	1,5195	62,893
1,7510	83,333	1,5156	62,500
1,7431	82,644	1,5117	62,111
1,7353	81,967	1,5078	61,728
1,7275	81,300	1,5039	61,349
1,7207	80,645	1,5000	60,975
1,7138	80,000	1,4960	60,606
1,7070	79,365	1,4921	60,240
1,7002	78,740	1,4882	59,880
1,6933	78,125	1,4843	59,523
1,6865	77,519	1,4804	59,171
1,6796	76,923	1,4765	58,823
1,6728	76,335	1,4726	58,481
1,6660	75,757	1,4687	58,139
1,6582	75,187	1,4648	57,803
1,6523	74,626	1,4609	57,471
1,6464	74,074	1,4570	57,142
1,6406	73,529	1,4531	56,818
1,6348	72,992	1,4502	56,497
1,6289	72,463	1,4473	56,179
1,6230	71,942	1,4433	55,865
1,6171	71,428	1,4395	55,555

Dichtigkeits.	In 100 Thl. in gewöhnliche Schwefelsäure enthalten.	Dichtigkeits.	In 100 Thl. in gewöhnliche Schwefelsäure enthalten.
1,4365	55,248	1,2129	29,411
1,4356	54,945	1,2060	28,571
1,4306	54,644	1,1992	27,777
1,4276	54,347	1,1933	27,027
1,4257	54,054	1,1875	26,315
1,4218	53,763	1,1825	25,641
1,4189	53,475	1,1776	25,000
1,4160	53,191	1,1728	24,390
1,4130	52,910	1,1679	23,809
1,4101	52,631	1,1630	23,255
1,4072	52,356	1,1582	22,727
1,4042	52,083	1,1552	22,222
1,4013	51,813	1,1523	21,739
1,3984	51,546	1,1494	21,376
1,3955	51,282	1,1464	20,833
1,3926	51,020	1,1426	20,408
1,3906	50,761	1,1338	20,000
1,3886	50,505	1,1328	19,230
1,3867	50,256	1,1279	18,518
1,3848	50,000	1,1240	17,857
1,3730	48,780	1,1181	17,241
1,3632	47,619	1,1132	16,666
1,3535	46,511	1,1054	15,384
1,3437	45,454	1,0966	14,285
1,3359	44,444	1,0898	13,333
1,3281	43,478	1,0859	12,500
1,3203	42,553	1,0781	11,764
1,3125	41,666	1,0732	11,111
1,3056	40,816	1,0693	10,526
1,2988	40,000	1,0664	10,000
1,2919	39,215	1,0625	9,523
1,2851	38,461	1,0602	9,090
1,2783	37,735	1,0546	8,333
1,2724	37,037	1,0507	7,692
1,2676	36,363	1,0488	7,142
1,2627	35,714	1,0458	6,666
1,2568	35,087	1,0429	6,250
1,2520	34,482	1,0390	5,882
1,2470	33,898	1,0370	5,555
1,2421	33,333	1,0351	5,263
1,2343	32,258	1,0337	5,000
1,2265	31,250	1,0322	4,761
1,2187	30,303	1,0283	4,255

Dichtigkeit.	In 100 Thl. an gewöhnliche Schwefelsäure enthalten.	Dichtigkeit.	In 100 Thl. an gewöhnliche Schwefelsäure enthalten.
1,0254	3,846	1,0102	1,515
1,0254	3,508	1,0098	1,408
1,0214	3,225	1,0093	1,315
1,0185	2,777	1,0068	1,234
1,0166	2,439	1,0083	1,162
1,0146	2,175	1,0078	1,098
1,0127	1,060	1,0073	1,041
1,0117	1,785	1,0068	1,990
1,0107	1,639		

160. **Vereitung.** Im Handel kennt man zwei Arten von Schwefelsäure. Die erstere besteht aus einem Gemische von wasserhaltiger gewöhnlicher Säure mit mehr oder weniger wasserfreier Säure und wird eisartige rauchende Schwefelsäure genannt, weil sie leicht in der Kälte erstarrt und mit der Luft in Berührung gebracht, raucht. Man nennt sie auch Nordhäuser Schwefelsäure, weil sie schon seit langer Zeit in Nordhausen fabrizirt wurde. Man braucht jetzt wenig von derselben und nur noch zu der Auflösung des Indigos in der Färberei wird sie vorgezogen. Die zweite Art, die wasserhaltige gewöhnliche im Handel vorkommende Säure wird dagegen in ungeheurer Menge bereitet und angewendet.

Da es nicht möglich ist der gewöhnlichen Schwefelsäure mehr Wasser zu entziehen, so begreift man wohl, daß die Vereitung dieser beiden Arten auf verschiedene Weise geschehen muß. Wir wollen beide nun näher betrachten.

161. **Vereitung der wasserfreien und der Nordhäuser rauchenden Schwefelsäure.** Man erhält die rauchende Schwefelsäure, wenn man das trockne schwefelsaure Eisen mit Hülfe der Wärme zersetzt. In der Rothgluthhize werden alle schwefelsauren Salze zersetzt, ausgenommen die schwefelsauren Verbindungen von Kali, Natron, Lithion, Strontian, Baryt, Kalk und Bittererde; mithin können auch alle, mit Ausnahme dieser Pestyren, zur Fabrikation der rauchenden Schwefelsäure angewendet werden. Da

das schwefelsaure Eisen sehr niedrig im Preise steht, so räumte man ihm den Vorzug ein. Übrigens wird man leicht den Gang dieses Verfahrens begreifen können, wenn man sich erinnert, daß, wenn die gewöhnliche Säure mit irgend einer Base verbunden ist, das Wasser, mit welchem sie vereinigt war, frei wird und sich vom Salze in einer wenig erhöhten Temperatur trennt; man kann deshalb alle schwefelsauren Salze im wasserfreien Zustande und mithin selbst ihre Säure frei von Wasser sich verschaffen. Diese Operation würde auch wirklich wasserfreie Säure liefern, wenn es möglich wäre das schwefelsaure Salz vollkommen zu trocknen; allein hierzu gelangt man nur, wie sorgfältig man auch zu Werke gehen mag, sehr schwer. Es bleibt beständig etwas Wasser zurück und man erhält deshalb ein Gemenge von wasserhaltiger und wasserfreier Säure. Außerdem muß aber noch bemerkt werden, daß die Temperatur, in welcher sich die meisten schwefelsauren Salze zersetzen, auch ungefähr dieselbe ist, welche die Zersetzung der Säure selbst bewirkt und daraus wird erklärlich seyn, daß hierbei eine mehr oder minder beträchtliche Menge Schwefelsäure zerstört werden muß und in Sauerstoff und schweflichte Säure übergeht. Fügen wir endlich noch hinzu, daß die reine Schwefelsäure schweflichte Säure absorbiren kann, so werden alle Erscheinungen, welche sich im Laufe der Operation darbieten, leicht vorher gesehen werden können.

162. Die Bereitung der nordhäuser Schwefelsäure ist nicht ganz genau bekannt *), wollte man sie aber heut zu

*) Diese Fabrikation ist in Deutschland kein Geheimniß mehr und in allen ihren Details bekannt; allein bei dem äußerst niedrigen Preis der englischen Schwefelsäure, wodurch auch der der rauchenden Säure sehr herabgedrückt worden, kann die Bereitung Letzterer sich nur an den Orten noch lohnen, wo man von der Natur besonders begünstigt worden, d. h. wo man sich Eisenvitriol und Brennmaterial ungemein billig verschaffen kann. Dieß ist in der großen Fabrik des Hrn. Stark zu Davidsthal in Böhmen der Fall (120). Dort werden namentlich die Vitriol-Mutterlaugen zu diesem Zwecke verwendet. Nachdem diese zur Trockne abgedampft und in Kesseln möglichst entwässert worden, bringt man die trockne Salmasse, Stein genannt, in die dazu eigens bereiteten kleinen Steingutretorten, von denen eine sehr bedeutende Anzahl in großen Galeerenöfen in beiden Seiten in drei Reihen übereinander sich befinden, und setzt sie nun einem sehr starken Feuer aus. Die

Leicht zu fabriziren, so würde diese Sache nach den Untersuchungen von Bussy keiner Schwierigkeit mehr unterworfen seyn. Man weiß, daß sie aus schwefelsaurem Eisen bereitet wird, es handelt sich also nur darum, die Resultate, welche die Dephlogation dieses Salzes liefert, einer sorgfältigen Untersuchung zu unterwerfen.

Das schwefelsaure Eisen (Eisenvitriol) des Handels besteht aus Schwefelsäure, Eisenoxydul und Wasser. Bei einer Temperatur, welche die Rothglühhitze noch nicht erreicht, zerfällt sich das Wasser gänzlich; arbeitet man aber im Großen, so ist es ziemlich schwer, die ganze Masse gleichförmig zu erhitzen, weshalb dieses Salz stets noch etwas Wasser zurückhält. Man hat demnach ein beinahe gänzlich von Wasser befreites und meist aus schwefelsaurem Eisenoxydul bestehendes Produkt. In den Laboratorien nimmt man diese Operation in einem Scherben vor. Das Salz schmilzt allmählich und bildet dann in dem Maas, als das Wasser sich entbindet, nach und nach eine schmutzig weiße Masse. Im Großen würde man dieß in einem Reverberirfeuer ohne Schwierigkeit vornehmen können, indem man mit einer eisernen Stabrinne die Masse umrührte, bis alle Feuchtigkeit, so weit möglich, angetrieben ist.

Will man nun die Zersetzung dieses Salzes durch das Feuer näher kennen lernen, so bringt man es in eine mit Ton bestrichene Glasretorte. Nachdem der Hals derselben in der Lampe ausgezogen worden, bringt man sie in einen Reverberirföfen und laßt den Hals in eine Vorlage gehen, welche warmes Wasser von ungefahr 50° enthält. An der Vorlage ist eine gebogene Röhre zum Auffangen der Gase angeschlossen. Nachdem dieß eingerichtet ist, erhitzt man die Retorte allmählich. Enthielte das Salz noch etwas Wasser, so würde sich dieses zuerst entbinden und zu dem in der Vor-

Säure trennt sich vom Eisenoxyd und geht in die Vorlagen oder, in denen etwas Wasser vorhergehoben ist; als Rückstand bleibt dann rothet noch etwas Schwefelsäure enthaltendes Eisenoxyd, verunreinigt durch einige andere Erden, welche sich als schwefelsaure Salze schon in der Mutterlauge befanden, die zu diesem Zwecke verwandt worden. N. u. G.

lage schon vorhandenen übergehen. Wäre es dagegen ganz trocken, so würde sich kein Wasser entbinden können und in beiden Fällen würde dann, sobald die Retorte rothglühend geworden, eine heftige Entbindung von beinahe reinem schweflichtsaurem Gas Statt finden. An diesem Zeichen erkennt man die beginnende Zersetzung des Salzes, indem bald das Gas auch mit Sauerstoff gemengt erscheint. Die Menge des Letztern wächst allmählig, bis es endlich das Drittel des Gasgemenges ausmacht. Von diesem Zeitpunkte an bleiben sich die Resultate bis an das Ende der Operation stets gleich. Ist diese beendet, so findet man das Wasser in der Vorlage mit Schwefelsäure geschwängert und in der Retorte bleibt als Rückstand entweder reines Eisenoryd oder ein Gemenge von freiem und basisch schwefelsaurem Eisenoryd; letzterer Fall findet Statt, wenn zu schwach oder nicht lange genug geseuert worden ist.

Man sieht also hieraus, daß das schwefelsaure Eisenorydul des Handels, erstlich beim Erhitzen alles Krystallwasser abgibt, dann reines schweflichtsaures Gas entbindet, und endlich ein Gemenge von Schwefelsäure, schweflichter Säure und Sauerstoff liefert, während Eisenoryd als Rückstand bleibt. Diese sämtlichen Resultate sind leicht zu erklären: das Salz geht anfangs in wasserfreies schwefelsaures Eisenorydul über, dann wird ein Theil der Säure zersetzt, um das Drydul in Dryd zu verwandeln, und dieß ist der Zeitpunkt, in welchem sich nun reine schweflichte Säure entbindet. Endlich wird auch das gebildete basische schwefelsaure Eisenoryd zersetzt: das Eisenoryd trennt sich von der Schwefelsäure und beide werden frei; durch die Hitze wird jedoch ein Theil dieser Säure zerlegt und man erhält so schweflichtsaures Gas und Sauerstoff in dem Verhältnisse wie 2 zu 1.

Würde man nun, anstatt warmes Wasser in die Vorlage zu bringen, wodurch die Schwefelsäure zurückgehalten, aber die schweflichte Säure nicht absorbiert wird, im Gegentheil eine trockne Vorlage nehmen und diese bis zu 20° unter Null erkälten, so verdichtet sich die schweflichte Säure und

felsäure darin und in die darauf folgenden mit reinem Sauerstoffgas über.

Entfernt man jetzt die kalmachende Mischung, so umgibt die schweflichte Säure den gasförmigen Zustand wieder an, und die Zeit bei 3–4° über Null zu kochen anfängt. Erwärmt man diese gelinde bis auf + 20 oder 25° und erhält sie so lang in dieser Temperatur, so bekommt man feine amiant-ähnliche krystallisirte Nadeln von wasserfreier Schwefelsäure.

63. Es ist nun einleuchtend, daß wenn das schwefelichte Salz noch Wasser enthält, man etwas Wasser, die Vorlage brachte, man belieben entweder haltige Schwefelsäure, die mehr oder weniger gewöhnliche Schwefelsäure gemischt wäre, oder sogar noch verdünnte. Da aber die gewöhnliche Schwefelsäure weniger als die freie kostet, so sieht man wohl, daß es zweckmäßiger ist, als sich der letzteren zu bedienen, um wasserhaltige gewöhnliche Schwefelsäure zu stellen.

Aus dieser Annahme geht auch hervor, wie man bei der Bereitung der rauchenden oder nordhäuser Schwefelsäure verfahren muß. Man nimmt wasserfreies schwefelsaures Eisen, bringt es in eine irdene Retorte, fügt an diese Vorstoß und daran wieder einen oder mehrere Ballen, in welchen man gewöhnliche Säure vorschlägt. Geht die Destillation langsam vor sich, so wird die wasserfreie Säure durch die gewöhnliche, nebst einem Antheil schweflichte Säure absorbiert, während der Sauerstoff und der Rest schweflichten Säure sich entbinden. Auf solche Weise verbindet man die gewöhnliche Säure mit einer größern oder geringern Menge wasserfreier Säure verbinden.

Wird diese wiederum erhitzt, so entbindet sich anfangs schweflichte Säure und dann wasserfreie Schwefelsäure und bleibt als Rückstand die zuerst angewandte gewöhnliche Schwefelsäure. Auf diese Weise kann man sich sogar wasser-

wasserfreie Säure verschaffen, wenn man die im Handel vorkommende rauchende Säure anwendet.

164. Die Güte der rauchenden Schwefelsäure läßt sich nicht nach ihrem specif. Gewicht bestimmen. Wenn die wasserfreie Säure das der gewöhnlichen Säure vermehrt, so wird daselbe im Gegentheil durch die schweflichte Säure vermindert; im Allgemeinen ist jedoch diese Säure etwas schwerer als die gewöhnliche, sie nähert sich mehr und weniger 1,9 und muß immer eine etwas größere Dichtigkeit als die gewöhnliche Säure besitzen. Man kann übrigens ihren Werth näherungsweise aus der Menge der Dämpfe bestimmen, welche sie in der Luft verbreitet, oder nach der Leichtigkeit, mit der sie den Indigo auflöst. Wollte man ihren Gehalt scharf bestimmen, so müßte man sehen, wie viel Chlorbaryum (salzsauren Baryt) sie zersetzen kann *).

165. Man sieht wohl ein, daß wenn man beständig zu arbeiten genöthigt ist, die Anwendung der irdenen Retorten bei der Bereitung dieser Säure nicht sehr zweckmäßig seyn würde; man würde dann leicht den beschriebenen Apparat durch einen andern ersetzen können, der mehr Bequemlichkeit bei der Anwendung darbietet. Man konnte ja die Zersetzung des entwässerten schwefelsauren Eisens in einem Reverberirofen und in Röhren vornehmen, welche denjenigen ähnlich sind, die bei der Gewinnung des Schwefels aus dem Schwefelkies angewendet werden. Diese Röhren, welche man horizontal in den Ofen einsetzen müßte, würden die sich in ihnen bildenden Dämpfe nach dem untern Theile hin in ein thönerneß Schlangrohr senden. An dem obern Theile des Letztern dürfte man nur eine Röhre anbringen, durch welche gewöhnliche Schwefelsäure fortwährend langsam zu

*) Um zu bestimmen, wie viel irgend eine im Handel vorkommende Schwefelsäure wasserfreie Säure enthält, wozu man ihren Werth schätzt, verdünnt man eine genau gewogene Menge mit 6 bis 8 mal so viel destillirtem Wasser und tröpfelt so lange eine Auflösung von Chlorbaryum zu dieselbe, als noch ein weißer Niederschlag entsteht. Dieser Niederschlag wird sodann filtrirt, scharf getrocknet oder noch besser, gegluht und gewogen. Aus der erhaltenen Menge von schwefelsaurem Baryt kann man dann die Schwefelsäure berechnen, indem man weiß, daß in 100 Thl. des erstern 31 Thl. wasserfreie Schwefelsäure enthalten sind. U. d. G.

ßen könnte. Die nicht verdichtete schwefelichte Säure in eine Bleikammer leiten, in welcher gewöhnlich Verbrennen des Schwefels fabrizirt wird, und die sichende Schwefelsäure würde dann durch die Mündung des Schlangenrohrs in die Vorlage fließen. Der Durchmesser, die Länge und die Neigung des Schlangens rohrs seyn, und in welcher Temperatur dasselbe stehen muß, müßte erst durch Erfahrung gefunden werden.

Statt des schwefelsauren Eisenoxyduls, wäre es besser schwefelsaure Eisenoxyde anzuwenden. man würde auf diese Weise den Verlust an Eisen durch Umwandlung des Eisenoxyduls in Oxyd vermeiden.

166. Bereitung der reinen oder englischen Schwefelsäure. Dieses Verfahren ist genau demselben anzuwenden, von dem oben berichtet wurde; deshalb erwähnen wir Vitriolöhl. Später ist es bekannt, daß die Verbrennung des Schwefels in einem Gefaße, welches mit einer sauren Lösung von Salpeter befüllt ist, eine ähnliche Säure liefert, die man als Salpetersäure bezeichnete.

Das Ergebnis: *oleum sulphuris per campanam* (unter der Glocke reitetes Schwefelöl). Noch später kamen Lavoisier und Laplace auf den Gedanken, die Verbrennung des Schwefels durch Hinzufügung von salpetersaurem Kali (Salpeter) zu begünstigen, dessen Säure eines der kräftigsten Oxydationsmittel ist, wegen der Leichtigkeit, womit sie sich zerlegt. Merkwürdig ist es, daß derjenige, welcher zuerst diesen Versuch anstellte, durch eine richtige Ansicht der Dinge geleitet ward; er erhielt das vorhergesehene Resultat, nämlich eine größere Menge Schwefelsäure und doch ging nichts von dem, was er angenommen hatte, bei der Operation selbst verloren. Die darauf folgenden Chemiker trugen die Ideen ihrer Vorgänger in ihre neuen Ansichten über; sie glaubten noch lange Zeit, daß die Salpetersäure ihren Sauerstoff an den Schwefel abgäbe, um Schwefelsäure zu bilden, welche absorbiert werden würde, daß sich Stickstoff entbände und daß schwefelsaures Kali zurückbleibe. Erst lange nachher und zu einer Zeit, wo die

Schwefelsäurefabrikation mittelst dieses Verfahrens schon sehr bedeutend war, haben *Clément* und *Désormes* die wahre Theorie darüber aufgestellt. Rücksichtlich der Fabrikation hatten sich schon die ältern Chemiker überzeugt, daß das Gemenge von Schwefel und Salpeter, in geräumigen verschlossenen und mit feuchter Luft erfüllten Gefäßen zu verbrennen und außerdem in denselben zur Verdichtung der Säure eine Schicht Wasser fortwährend erhalten müsse. Lange Zeit nahm man diese Operation in gläsernen Ballonen vor, allein später kam man auf den Gedanken, diese durch große Bleikammern zu ersetzen und von dieser Zeit an machten die chemischen Gewerbe Fortschritte um die Wette. Die Schwefelsäure ist für alle chemisch-technischen Zweige ein unentbehrliches Mittel und die meisten derselben hätten nicht entstehen können, wenn nicht die Schwefelsäure zu so niedrigem Preise in den Handel geliefert worden wäre.

Die Verbrennung eines Gemenges von Salpeter und Schwefel ist noch immer die Grundlage des gegenwärtigen Verfahrens, bevor wir aber dasselbe näher beschreiben, ist es nöthig, die Theorie desselben festzustellen.

167. Theorie der Fabrikation der gewöhnlichen oder englischen Schwefelsäure. Erst wenn man die Eigenschaften und die Zusammensetzung der Hauptverbindungen des Stickstoffs mit dem Sauerstoff kennt, ist man im Stande einzusehen, was bei dieser Fabrikation vorgeht. Ist man aber einmal damit bekannt, so ist es ziemlich leicht Alles zu begreifen, was sich Besonderes hierbei darbietet.

Der Grundversuch, welchen *Clément* und *Désormes* anstellten, ist folgender. Man entleert einen 5 bis 6 Liter haltenden Ballon von Luft und läßt dann 2 Liter schweflichte Säure und $\frac{1}{2}$ Liter Stickstoffoxyd hineintreten; diese Gase mengen sich miteinander, ohne aufeinander einzuwirken. Hierauf bringt man 2 Liter Sauerstoffgas in den Ballon, wodurch sich derselbe sogleich mit rothen Dämpfen erfüllt, welche von der plötzlichen Bildung der salpetrichen Säure durch die Vereinigung des Stickstoffoxyds mit dem hinzugefügten Sauerstoff herrühren. Wenn die Gase trocken sind, so erleidet das neue Gemenge, bestehend aus schweflichter Säure,

salpetricher Säure und Sauerstoff, keine Veränderung. Bringt man dagegen etwas Wasser, etwa einige Gramme, in den Ballon, so daß dadurch die Wände desselben feucht befuchtet werden können, so werden die rothen Dämpfe verschwinden und man sieht, daß sich allmählig an den Wänden weisse Krystalle in kleinen sternförmig gruppirten Massen absetzen. Nach Element sind diese Krystalle aus Schwefelsäure und Stickstoffoxyd gebildet und enthalten eine bestimmte Menge Wasser. Wenn man nun Wasser in den Ballon treten läßt, so lösen sich die Krystalle auf oder verschwinden, indem ein sehr merkwürdiges Zischen hörbar wird; die Temperatur steigt merklich, das Wasser wird mit Schwefelsäure geschwängert und es entbindet sich Stickstoffoxyd, welches, wenn es mit Sauerstoff wieder in Berührung kommt, sich aufs neue in salpetrichen Säure verwandelt, und nun wiederum in Gestalt rother Dämpfe erscheint. In diesem Falle hat das hinzugefügte Wasser die Trennung der Schwefelsäure vermöge der Verwandtschaft, welche es zu derselben besitzt, veranlaßt und die salpetrichen Säure, welche einen Theil ihres Sauerstoffs an die schwefliche Säure bei der Bildung der Krystalle abgegeben hat, wird dadurch wieder in Stickstoffoxyd verwandelt, welches sich entbindet. Dieses Stickstoffoxyd aber findet aufs neue Sauerstoff und schwefliche Säure in dem Ballon vor, geht deshalb anfangs wieder in salpetrichen Säure über und bildet dann kleine Krystalle, ähnlich den bereits erwähnten. Diese Krystalle, werden wieder zersezt und so wiederholt sich dieser Prozeß, bis die vorhandene schwefliche Säure oder der Sauerstoff gänzlich verwendet worden. Man ersieht aus dieser merkwürdigen Wechselwirkung, daß eine sehr kleine Menge Stickstoffoxyd jedes Gemenge von schweflicher Säure und Sauerstoff unter Mitwirkung des Wassers in Schwefelsäure verwandeln kann, vorausgesetzt, daß man den auf einander folgenden Reaktionen Zeit läßt, vor sich zu gehen.

168. Man wird also Schwefelsäure im Großen bereiten können, wenn man Schwefel in einer Bleikammer verbrennt, deren Boden mit Wasser bedeckt ist, und in dieselbe zu gleicher Zeit Stickstoffoxyd auf irgend eine Weise treten

läßt. Dieses Stickstoffoxyd kann man sich verschaffen, entweder indem man Salpetersäure mittelst Zuckersyrup oder Kartoffelstärke behufs der Sauerstoffsäurebereitung zerlegt, oder durch Zersetzung des salpetersauren Kali's mittelst Schwefel selbst, wobei sich dann schwefelsaures Kali bildet, während Stickstoffoxydgas entweicht. Im letztern Falle genügt es auch, einen beträchtlichen Überschuss von Schwefel mit salpetersaurem Kali zu mengen, um dadurch die gleichzeitige Bildung von schweflichter Säure und Stickstoffoxyd in angemessenen Verhältnissen zu bewirken.

169. Zur Ergänzung der aufgestellten Schwefelsäure-Bildungstheorie müssen wir noch hinzufügen, daß Gay-Lussac einige Zweifel hegte über die Art, wie wir uns die Elemente mit einander verbunden denken. Er fand, daß wenn man gewöhnliche Schwefelsäure mit salpetricher Säure mischt, sogleich diejenigen Krystalle sich bilden, die wir schon weiter oben betrachtet haben. Diese Krystalle geben, mit wenig Wasser behandelt, Schwefelsäure und salpetricher Säure; mit viel Wasser in Berührung gebracht, liefern sie Schwefelsäure, Salpetersäure und Stickstoffoxyd, in Folge der Zersetzung welche die salpetricher Säure durch das Wasser erleidet. Gay-Lussac beobachtete ferner, daß, wenn man den Balon, der die nach Elements Verfahren bereiteten Krystalle enthält, von Luft entleert und in denselben, nachdem man ihn mit Kohlensäure gefüllt hat, etwas Wasser bringt, sich rothe Dämpfe bilden, obgleich das Wasser wie gewöhnlich sich mit der Schwefelsäure verbindet.

Aus diesen Versuchen muß man schließen: 1.) daß die erhaltenen Krystalle aus Schwefelsäure und salpetricher Säure bestehen; 2.) daß die schweflichte Säure in Schwefelsäure verwandelt wird auf Kosten des freien Sauerstoffs und denselben nicht aus der salpetrichen Säure anzieht; 3.) daß die Krystalle, indem sie durch das Wasser zerlegt werden, dieses nicht nur mit Schwefelsäure, sondern auch mit Salpetersäure schwängern, vorzüglich wenn man im Großen arbeitet, wo beträchtliche Mengen von Wasser vorhanden sind. Demnach müßte dann, den von Gay-Lussac beobachteten Thatsachen gemäß, der Rückstand salpetricher Säure seyn und

das Wasser nur Schwefelsäure enthalten; oder es könnte auch, wenn der Rückstand bloß aus Stickstofforyd gebildet wäre, das Wasser Schwefelsäure und Salpetersäure zugleich enthalten. Die letztere Folgerung wird wirklich durch die tägliche Erfahrung der Fabrikanten bestätigt, denn ihr Rückstand besteht immer aus Stickstofforyd, wenn in dem Apparate Mangel an Luft ist und außerdem enthält auch das zur Verdichtung bestimmte Wasser sehr namhafte Mengen von Salpetersäure.

Wie dem auch seyn mag, da die von Gay-Lussac beobachteten Thatsachen sehr genau sind, so muß man, wenn man die weiter oben dargelegte Theorie von Clément annimmt, vermuthen, daß die Erscheinungen einigen Veränderungen unter Umständen, die wir noch nicht ganz kennen, unterworfen sind. Untersucht man die Theorien von Clément und Gay-Lussac in Beziehung auf ihre letzten Folgerungen und berücksichtigt man die große Wassermenge, welche sich in den Apparaten vorfindet, so wurde man als Endresultat erhalten, daß nach Clément das Stickstofforyd, welches sich beständig wieder erzeugt, eine unendlich große Menge schweflichter Säure in Schwefelsäure umwandeln konnte, während nach Gay-Lussac, nachdem die salpetrische Säure in Salpetersäure und Stickstofforyd zerlegt worden ist, dieses Letztere endlich ganz verschwinden und die Umwandlung der schweflichten Säure zuletzt gänzlich aufhören würde. Wir werden weiter unten auf diese Frage wieder zurückkommen.

170. Bau der Bleikammern. Wir haben bereits früher bemerkt, daß die alten Chemiker ihre Schwefelsäure in gläsernen Ballonen bereiteten. Die Einführung der Bleikammern, als Ersatz für dieselben, war eine vollkommene und glückliche Umgestaltung dieser Kunst. Von jener Zeit an hatte man versucht, statt des Bleis Glastafeln, oder glasierte Backsteine zu nehmen, allein alle diese vorgeschlagenen Abänderungen wurden untauglich befunden. Man hielt sich demnach an die Bleikammern, obgleich sie kostspielig sind und unglücklicher Weise ziemlich schnell zu Grunde gehen. Chaptal versuchte vor längerer Zeit das Innere einer von gewohnter

lichem Mauerwerk aufgeführten Kammer mit einem aus gleichen Theilen Harz, Wachs und Terpentin bereiteten Kitt, der sochenheiß aufgetragen, zu bekleiden, allein dieser Versuch mißlang, weil dieser Kitt ohne Zweifel durch die Säure angegriffen wurde und die Bedeckung der Kammer nach ein achtzehn monatlichen Arbeit plötzlich herabstürzte. Es ist doch nicht unwahrscheinlich, daß man noch diese Aufgabe lösen wird, allein wenige Fabrikanten werden den Versuch Großen wagen wollen, und um Versuche im Kleinen anstellen, müßte man dieß durchaus in einer Fabrik thun, welche beständig im Gange ist, damit die angewendeten Stoffe dem Wechsel der Temperatur und der Einwirkung aller Substanzen ausgesetzt wären, die im Verlaufe der Fabrication nach einander in der Kammer vorhanden sind. Will man nach dem Verfahren von Lhénaud und d'Arcet Kalk von verschiedener Art auf gewöhnliche Steine noch heiß auftragen und diese in Kammern, worin Säure fabrizirt wird, einige Zeit lang lassen, so würde man, glaube ich, diese Aufgabe zu lösen im Stande seyn. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich unter den vielen fetten und harzigen Stoffen ein fände, der die nöthigen Eigenschaften in sich vereinigte; man sieht auch nicht wohl ein, was es in einer Kammer schaden könnte, wenn der Boden und die Decke derselben aus Ziegeln und deren innere Seitenwände aber mit Backsteinen bekleidet wären, welche heiß mit einem Kitt, der durch die Säure nicht angegriffen würde, überzogen werden könnten.

171. Wir kommen nun auf die Bleikammern zurück, deren Name schon ihre Form im Allgemeinen bezeichnet. Es sind dieß eigentlich große Behälter von rektangulärer Gestalt, deren Boden auf Steinplatten ruht, welche einer Höhe von 6 Fuß über dem Erdboden denselben Stütze dienen und deren Seitenwände und Decke an allen Seiten abgesondert stehen und von einem an Außenseite befindlichen Gebälke gehalten werden, so daß ringsum 6 Fuß von der Mauer und dem Dache des sie umschließenden Gebäudes abstehen. Die Bleiplatten, aus welchen sie bestehen, sind sorgfältig zusammen gelöthet und bald ein Entweichen der Gase Statt findet, kann man

vermöge der Isolirung des Apparates dem Übel abhelfen. Die Einrichtung der Bleiplatten, woraus man die Kammern erbaut, kann im Wesentlichen von zweierlei Art seyn; jede derselben hat ihre Nachtheile und Vortheile, so daß es in der That schwierig ist, zu entscheiden, welche von beiden vorgezogen zu werden verdient.

172. Die erste Methode, welche man fast beständig in Frankreich angewendet hat, besteht darin, die Bleiplatten, woraus der Boden und die Wände der Kammer gemacht werden, mit einander zu verbinden, indem man den Rand eines Jeden umbiegt, so daß sie bei ihrer Vereinigung einen konischen fünf Centimeter breiten und fünf Centimeter tiefen Falz bilden. Man schabt die innere Fläche dieses Falzes rein ab, und gießt ein aus 1 Theil reinem Zinn und 2 Theilen Blei bereitetes Loth hinein. Die Bleiplatten, welche die Wände bilden, werden durch ein überzogenes Gefälle so gehalten, daß ihr Falz fest davon gefaßt wird. Dieselbe Methode befolgt man bei der Decke oder dem obern Theil der Kammer; nur mit dem Unterschiede, daß die Bleitafeln, woraus sie besteht, sechzehn bis achtzehn Centimeter an ihren Rändern zurückgebogen sind, um so einen breiten Rand zu bilden, welcher außerhalb der Kammer zwischen zwei Balken eingeklemmt werden kann, deren Länge gleich der Breite der Kammer ist. Die beiden auf die Balken umgebogenen Bleiplatten, lassen einen konischen Falz zwischen sich, den man mit dem erwähnten Loth ausfüllt. Diese Einrichtung gewährt Festigkeit und ist nicht schwierig zu machen; allein sie ist kostspielig wegen der großen Menge Loth und der vielen Arbeit, welche sie erfordert.

173. Die zweite Methode, welche seit langer Zeit schon in England angewendet und seit Kurzem auch in Frankreich eingeführt wurde, ist von der vorhergehenden dadurch unterschieden, daß die Löthung der Bleiplatten mittelst des englischen Lothes geschieht. Die Bleiplatten werden an ihren Rändern der ganzen Länge nach vier Centimeter breit rein abgeschabt; hierauf legt man zwei Platten so aufeinander, daß die rein geschabten Ränder einander berühren und gießt dann etwas reines Zinn zwischen sie, welches aber

größtentheils durch einen starken Druck wieder ausgepreßt wird. Diese so zusammen gefügten Platten bilden gleichsam eine einzige große Tafel ohne irgend einen Punkt, mittelst welchen sie an das Gefäße gehalten werden könnten; man ist deshalb auch genöthigt, die Decke der Kammer, so wie ihre Seitenwände mittelst vieler Bleihaken festzuhalten, welche an der Kammer selbst befestigt sind und einen der Balken des äußern Gezimmers umfassen. Diese Einrichtung ist ökonomisch und zugleich dauerhaft, wenn die Löthung gut ausgeführt ist; allein wenn man nicht im Stande war, den größern Theil des zwischen die Ränder der Bleitafeln gegossnen Zinns wieder auszudrücken, so greift die Schwefelsäure dieses Metall leicht an und löst es bald auf, wodurch dann Fugen entstehen, durch welche die Gase aus der Kammer entweichen können.

Diese Bemerkung veranlaßt uns, schließlich noch besonders aufmerksam zu machen, wie nöthig es ist, die Bleikammern so zu bauen, daß sie von allen Seiten abgesondert stehen und ihre sämtlichen Theile deren Lichte wohl ausgesetzt sind. Da das Gebäude, welches sie einschließt, beinahe stets besonders dazu gebaut wird, so würde es ein großer Fehler seyn, sich nicht der Mittel zu versichern, welche erforderlich sind, um ihren Zustand beaufsichtigen und die schadhaft gewordenen Stellen leicht ausbessern zu können. Letztere rühren entweder von ursprünglich bei der Konstruktion begangenen Fehler oder von der Abnutzung, oder endlich, was nur zu häufig der Fall ist, von unbemerkten Fehlern her, welche in den Bleiplatten vorhanden sind und die von Zeit zu Zeit oft schon durch einen leichten Stoß sichtbar werden können.

174. In jeder Bleikammer erhält man Schwefelsäure, allein die Menge derselben hängt von mehr oder minder günstigen Verhältnissen ab, denn die eine Kammer verdichtet in einer gegebenen Zeit alle Gase, während die andere eine mehr oder weniger beträchtliche Menge davon verloren gehen läßt. Die geeigneten Dimensionen lassen sich nicht berechnen und die meisten Fabrikanten, welche nur eine Kammer besitzen, werden nur schwierig die Vorzüge oder Nachtheile genau ausmitteln können, welche aus den von ihnen

angenommenen Größenverhältnissen erwachsen. Man findet deshalb auch Kammern von allen Dimensionen. Während man in Frankreich diejenigen für die besten ansah, welche wenigstens 5000 oder höchstens 10000 Kubickfuß hielten, so taute man in England in gewissen Fabriken Kammern von 10000 Fuß Kubickinhalt; dagegen in andern vermehrte man die Anzahl der Kammern, indem man ihnen nur 1500 bis 2000 Fuß Kubickinhalt gab. Dieselbe Ungewißheit trifft man noch heut zu Tage, denn während viele Fabrikanten darin übereinstimmen, eine einzige Kammer von 20000 Kubickfuß als sehr zweckmäßig zu betrachten, giebt es wieder andere, welche diesen Raum wieder in mehrere auf einander folgende Kammern theilen, wie wir später sehen werden.

So viel ist gewiß, daß man nie dahin gelangen wird, alle Kammern mit Vortheil auf eine gleiche und unveränderliche Dimension zu reduciren. Man muß hierbei in Betracht ziehen: die mögliche Fabrikation, den Preis, zu welchen die Saure abgesetzt werden kann, so wie andere rein merkantilische Rücksichten, welche in vielen Fällen, die aus den Dimensionen sich ergebenden Nachtheile oder Vortheile wieder vernichten konnten. Ubrigens dürfte es nicht unwichtig seyn, die in einigen bestimmten Fällen zu einer vollkommenen Verdichtung des Gases am meisten geeigneten Dimensionen einer Kammer genau kennen zu lernen. So viel ist gewiß, daß man in den meisten Fabriken noch weit entfernt ist, so viel Saure zu gewinnen, als eigentlich möglich wäre, obgleich man jetzt schon weit mehr als früher erhält. Man kann diesen Verlust nur einem Fehler in den Dimensionen der Kammer zuschreiben; denn die einmal verdichtete Saure, kann nicht wieder im Verlaufe der aufeinander folgenden Operationen verloren gehen.

175. Verbrennung des Schwefels in den Kammern. In jener Zeit, wo man anfing die Schwefelsäure mittelst des Verfahrens von Lefèvre und Lémery zu bereiten, operirte man, wie bereits erwähnt worden, in Glasgefäßen. Diese Operation wurde folgendermaßen ausgeführt: man wandte gläserne Ballone mit weitem Hals von ungeheurer Größe an, die, wie man versichert, selbst bis 300 Liter faßten. In diese Ballone, welche in zwei Reihen,

die Hälse nach außen gekehrt, auf einem langen Sandbalken stunden, brachte man Wasser. In jedem beinahe wagrecht stehenden Halse befand sich ein Ziegelstein, auf welchen ein Arbeiter einen rothglühenden mit einem Gemenge von Schwefel und Salpeter angefüllten eisernen Löffel setzte; der Hals wurde hierauf mit einem hölzernen Spund verschlossen, man wiederholte dieß auf gleiche Weise beim darauffolgenden Ballon und fuhr so fort, die sämtlichen Ballone der Reihe nach zu bedienen, so daß man am Ende wieder zu dem ersten zurückkam in dem Augenblicke, wo die Verbrennung in demselben beendigt war. Der Arbeiter hatte hier nun den Löffel wiederum heraus zu nehmen, einen neuen an dessen Stelle zu bringen und die Operation auf gleiche Weise wie vorher fortzusetzen. So lange man sich auf den Gebrauch gläserner Gefäße beschränkte, war an diesem Verfahren nur wenig zu verbessern, weil alle Theile wohl geordnet und verbunden waren.

176. Man behielt eine ganz ähnliche Einrichtung bei, als man auf den Gedanken kam, durch Bleikammern die Glasgefäße zu ersetzen, deren Größe, obgleich sehr beträchtlich, dennoch nöthwendigermassen beschränkt waren. Es ist selten, daß bei menschlichen Erfindungen der Ausgangspunkt nicht in der Folge einige Spur zurückläßt, die erst nach langer Zeit sich verwischt. Die Bleikammern waren anfangs klein, erst nach und nach vergrößerten sie sich, bis man ihnen endlich 5 bis 10000 Fuß Kubikinhalt gab. Diese Kammern stellten den Ballon vor. Man brachte auf den Boden derselben eine mehrere Zoll hohe Wasserschicht, und machte in eine der Wände eine Öffnung, welche die Stelle des Halses des Ballons vertrat und mittelst einer Schiebthür nach Belieben geöffnet und verschlossen werden konnte. Durch diese Thüre schob man einen eisernen Wagen, worauf sich eine oder mehrere Pfannen von Gußeisen befanden, welche mit einem angezündeten Gemenge von Schwefel und Salpeter gefüllt waren. Letzterer wurde in dem Verhältnisse von 12, 15 ja 20 Prozent genommen. War die Verbrennung beendigt und die Säure hinreichend in dem auf dem Boden befindlichen Wasser verdichtet, so öffnete man die Thüre, durch welche der Wagen hineingebracht wurde, und zog diesen zurück, um

den Rückstand fortzuschaffen; er wurde nun aufs Neue beladen und die Operation wieder fortgesetzt. In einigen Fabriken fand man es vortheilhafter, anstatt den Boden der Kammer mit Wasser zu bedecken, von Zeit zu Zeit mittelst einer feierförmig sich endigenden Sprühpumpe Wasser gegen die Wände zu spritzen. Die Säure, welche man auf solche Weise erhielt, hatte 40 bis 50 Grad nach dem Baumé'schen Areometer; sie wurde hierauf in bleiernen Kesseln bis auf 60° abgeraucht und dann in gläsernen Retorten concentrirt, welche in doppelten Reihen zu 20 oder 40 Stk. in einem Sandbade standen, welches durch ein einziges Feuer, das der Länge nach unter demselben wegstrich, geheizt wurde. Die Konzentration wurde bis auf 66° getrieben. Damals erhielten die geschicktesten Fabrikanten selten 200 Säure, gewöhnlich aber nur ungefähr 150 für 100 angewandten Schwefel. 100 Thl. Schwefel aber, sollten wenigstens 306 Säure geben, denn wenn man die Säure zu 66° als eine reine Verbindung von Wasser und Schwefelsäure in bestimmtem Verhältnisse annimmt, so findet man, daß dieselbe besteht aus:

Schwefel	100,58
Sauerstoff	150,00
Wasser	56,24
	<hr/> 306,82

was, wenn man die Brüche unbeachtet läßt, gerade 306 giebt. Man müßte, nach Parles, noch 12 Thl. Wasser hinzufügen, was dann im Ganzen 318 Säure zu 66° oder 1,84 spez. Gewicht ausmachen würde.

Jetzt ist man in der Fabrikation viel weiter fortgeschritten, demungeachtet aber erhalten doch die meisten Fabrikanten nicht mehr als 250 bis 260 Säure zu 66° für 100 Schwefel ^{*)}. Dieser Verlust hängt ohne Zweifel von

*) Hr. d'Arcet, der sich überhaupt um die technische Chemie in Frankreich so hochverdient gemacht, hat auch die Schwefelsäurefabrikation möglichst vervollkommenet. Hr. d'Arcet erhält nämlich in den nach seiner Methode besonders konstruirten Kammern von 100 Schwefel 320 gewöhnliche Schwefelsäure von 66° B. Obgleich dies mehr ist, als die Theorie zu liefern verspricht, so ist doch Hr. d'Arcet des konstanten Erfolges gewiß und ist bereit, ihn Jedem, der nach seiner Angabe die Kammern baut und die Fabrikation leitet, zu

sehr feinen unbemerkbaren Ursachen ab, denn außerdem Würde derselbe längst schon durch die sehr geschickten Personen vermieden worden seyn, welche sich mit dieser Fabrication beschäftigt haben.

177. Die jetzt existirenden Fabriken befolgen gewöhnlich zwei Versfahrungsarten; die eine, bereits schon ziemlich alt, besteht darin, daß die Verbrennung in verschlossenen Räumen vorgenommen wird. Diese ist also, wie man sogleich sieht, die Methode mit den Ballonen, die der Rammern mit Wagen, oder auch die der neuern Rammern, in welchen der Wagen durch einen feststehenden Ofen ersetzt wurde. Die zweite, neuere Versfahrungsweise wurde 1774 von einem Kattunfabrikanten in Rouen, der die Bleichammern in Frankreich einführte, angegeben und zuerst versucht. Diese Art ist wesentlich von der vorhergehenden dadurch verschieden, daß die Kammer nicht verschlossen ist, und daß ein darin angebrachter Schornstein einen beständigen Luftzug unterhält. Dieses sehr sinnreiche Verfahren wurde anfangs schlecht aufgenommen, bis endlich Chaptal ihm seinen Erfolg bewies. Wir wollen beide Methoden nun beschreiben.

178. Unter den gegenwärtig üblichen Versfahrungsarten wird die älteste die Methode mit unterbrochener Verbrennung genannt. Eigentlich ist diese nichts anderes als eine leichte Abänderung des Verfahrens mit dem Wagen. Anstatt von Zeit zu Zeit eine mit brennendem Schwefel gefüllte Pfanne hineinzuschieben, stellte man in das Innere der Kammer einen Ofen, auf welchem sich gußeiserne, breite, flache mit kurzem Rande versehene Pfannen befinden, die man Verbrennungsschalen (patères) nannte. Man füllt diese mit einem Gemenge von Schwefel und Salpeter oder auch bloß mit Schwefel, wenn man Stickstoffoxyd mittelst Salpetersäure und einer Pflanzensubstanz in die Kammer bringt. Sobald der Schwefel verbrannt ist und die Kammer sich mit schweflichter und salpetrichter Säure

garantiren. Nach dessen mündlicher Äußerung, dürfte dieses mit der chemischen Proportionslehre im Widerspruche stehende praktische Resultat nur daraus zu erklären seyn, daß der Wassergehalt der Schwefelsäure von 660 B. noch nicht genau genug bestimmt worden ist. H. u. G.

gefüllt hat, so läßt man eine bestimmte Menge Wasserdampf aus einem kleinen Dampfkessel hineinströmen. Bringt er Dampf unter etwas starkem Drucke in die Kammer, so treibt derselbe einen Strahl, der kräftig genug wirkt, um dem Gasgemenge eine heftige Bewegung hervorzubringen, welche die Verbindung desselben begünstigt. Während sich der Wasserdampf verdichtet, schlägt er die Schwefelsäure nieder, und es entsteht dadurch ein leerer Raum in der Kammer, der jedoch bald mittelst der vorhandenen Klappen durch die von außen hereindringende Luft sich wieder füllt. Nach Verlauf von einigen Stunden ist die Verdichtung vollendet, die Atmosphäre der Kammer mittelst der Klappen wieder erneuert und man kann nun eine neue Operation beginnen. In diesen Fabriken bringt man die Säure bis auf 45 oder 50°. Baumé.

179. Wir gehen jetzt zu der ausführlichen Darstellung dieses Verfahrens über, wie es von P a y e n ausgeführt worden ist.

Nehmen wir an, es handle sich darum, dasselbe in einer Kammer A Tafel 7. Fig. 3. von 20000 Fuß Kubickinhalt in Ausföhrung zu bringen. Die Erfahrung lehrte, daß die günstigsten Verhältnisse für die Länge 50 Fuß, für die Breite 27 Fuß und für die Höhe 15 Fuß sind. Zwar kann man dieses Verfahren in jeder Kammer anwenden, allein vielfältig angestellte Beobachtungen zeigten, daß der Erfolg um so zuverlässiger ist, wenn die Größenverhältnisse den angegebenen entweder proportional oder gleich sind. Ein kleinerer Zylinder B von 8 Fuß im Durchmesser und 6 Fuß Höhe steht 10 Zoll über den Boden CC an einem Ende der Kammer in diese hinein. Dieser Zylinder ist innen in DD aufgebogen, wodurch eine mit dem Zylinder konzentrisch laufende Rinne gebildet wird, in welcher man stets ein gleiches Niveau von Säure GG erhält, um die starke Erhitzung des Bleies zu vermeiden und um zugleich die Wärme vorthellhaft zu benutzen, welche die nun hinzukommende Säure beständig konzentriert. Das Ganze ruht auf einer Mauer H, in deren Mitte eine hohle schalenförmige Platte K von Gußeisen sich befindet, welche 3 Fuß 4 Zoll im Durchmesser,

1 Zoll dicke und 3 Zoll hohe Ränder hat. Unterhalb derselben ist eine Feuerstelle LL, welche die ganze Fläche ihres Bodens zu erhitzen bestimmt ist. Gleich hoch mit dem Rande dieser Platte, ist in dem bleiernen Zylinder eine Thür M von 2 Fuß Höhe und 18 Zoll Breite angebracht, welche an der Unterseite mit einem Loche N von 1 Zoll im Durchmesser versehen ist; an dem andern Ende der Kammer sind 2 mit Wasser gesperrte Klappen P von 18 Zoll im Quadrat vorhanden, über welchen die beiden hölzernen Schornsteine Q sich befinden, die so hoch (wenigstens 15 Fuß) hinaufgeführt sind, daß sie einen starken Luftzug bewirken können. Soll die Arbeit begonnen werden, so zündet man, nachdem die Thüre und die Klappen geschlossen worden, das Feuer unter der Platte an; ist diese so heiß geworden, daß eine Hand voll Schwefel, auf dieselbe geworfen, sich augenblicklich entzündet, so füllt man sie mit Schwefel, wovon man für jede Operation 50 Kilogr. nöthig hat. Zu gleicher Zeit bringt man in eine Platinschale R, welche auf einem eisernen Dreifuß ruht, ein Gemenge von 4 Kilogr. 500 Gr. Salpetersäure und 500 Gr. Zuckersyrup. Das sich in Masse entbindende Stickstoffoxyd strömt auf diese Weise über den brennenden Schwefel hin und mengt sich schnell mit dem schweflichtsauren Gas. Mit der Gasentbindung fährt man fort, bis die Erzeugung des Stickstoffoxydes aufhört, und gewinnt dann aus dem Rückstande Sauerflessäure. Ungefähr zwei Stunden nachdem die Verbrennung des Schwefels begonnen hat, öffnet man den Hahn eines Dampfkessels S, dessen Röhre in die Mitte der Kammer geht; diese Röhre T hat 1 Zoll im Durchmesser, dagegen ist ihre Öffnung in U nur 6 Linien weit, damit der Dampf gewaltsam heraus zu bringen genöthigt werde. Das Einstömen des Dampfes muß so lange dauern, bis die zur Verdichtung der Säure nöthige Menge davon in die Kammer getreten ist. Zu jeder Operation sind 50 Kilogr. erforderlich; die Heizfläche des Kessels, welche diese Masse von Dampf erzeugen soll, hat 5 Quadratfuß. Einige Minuten nachdem das Einstömen des Dampfes in die Kammer begonnen hat, kann man schon die Verdichtung im Innern wahrnehmen; man

Man dann das kleine in der Thüre des Zylinders angebrachte
N öffnen, um der atmosphärischen Luft Zutritt zu verschaf-

Die Verbrennung des Schwefels und die Entbindung
Stickstoffoxyds sind wenigstens eine Stunde eher als das
Abfließen des Wasserdampfes beendigt; hat auch letztere
geheert, so laßt man die Dämpfe, nachdem alle Zugänge
geschlossen worden, sich ruhig verdichten. Ist die Verdich-
tung endlich vollendet, so öffnet man die Thüre des Zylinders
und die beiden Klappen, um die Luft in der Kammer
vollkommen als möglich zu erneuern, und beginnt hierauf
eine neue Operation.

Man kann deren vier in vier und zwanzig Stunden
nehmen, allein bei fortgesetzter Arbeit bietet dieß schon
Schwierigkeiten dar; zweckmäßiger ist es, nur dreimal während
Stunden die Arbeit zu erneuern, ja sogar es ist vorzu-
ziehen nur zweimal des Tags zu arbeiten, indem man mehr
Erhalt und minder sorgfältig zu wachen nöthig hat,
als man weniger Unfällen ausgesetzt ist. Die Verdichtung
in dem letztern Falle vollkommener und die Bleiplatten
in der Kammer, welche dann weniger dem Wechsel der Tem-
peratur ausgesetzt sind, werden minder angegriffen.

Der ganze Boden der Kammer muß beständig mit einer
Schicht von Flüssigkeit bedeckt seyn. Da er eine Neigung
von 18 Centimeter hat, so steht diese Flüssigkeitsschicht an
einem Ende 22 Centimeter und an dem andern 4 Cent.
hoch; man darf deßhalb jeden Tag nur diejenige Menge
Säure abzapfen, welches dieses Niveau überschreitet. Die
täglich gewonnene Säure muß ungefähr 40° nach Baumé
haben; man kann sie etwas stärker erhalten und einige
Fabrikanten thun dieß in der Absicht, um das zur Konzen-
tration nöthige Brennmaterial zu sparen; allein sie bekommen
dann weniger Säure. Hat man die Säure in der Kammer
gar bis auf 50° und darüber gebracht, so absorbiert sie bei
ihrem spezif. Gewichte einen Theil der salpetrichen Säure,
welche ihr nur schwer bei der Konzentration wieder entzissen
werden kann; diese Nachtheile heben dann die durch die ver-
minderten Abdampfungskosten erzielte Ersparniß nicht nur
auf, sondern können selbst diese noch über-

wiegen. Die auf diesem Wege erhaltene Säure enthält beinahe keinen schwefelsauren Kalk (Gyps), da alles erforderliche Wasser als Dampf in die Kammer gelangt und mithin destillirtes Wasser ist. *)

Geht man bei diesem Verfahren mit Vorsicht und Aufmerksamkeit zu Werke, so kann man selbst 300 Säure zu 66° für 100 Schwefel erhalten. Sollte auch in dieser Angabe etwas Übertreibung seyn, so weiß ich doch von einem Fabrikanten, der ein nach dieser Angabe eingerichtetes Etablissement besitzt, daß er bei angestelltem Vergleiche zwischen seiner alten und neuen Kammer einen entschiedenen Vortheil bei der Letztern fand, durch welche er jene ersetzte.

180. Ein Umstand bei dieser Fabrikation kann manche fache Unfälle herbeiführen; es ist dieß nämlich die Zerstörung der salpetrichen Säure in Folge ihrer Umwandlung in Salpetersäure. Später werden wir sehen, daß die salpetrichen Säure in Berührung mit Wasser und einer reichlichen Menge Luft diese Umänderung in vollkommenem Maasse erleidet. Das Wasser zerlegt dieselbe in Salpetersäure und Stickstoffoxyd; dieses, nachdem es gasförmig geworden, entbindet sich, kommt mit der Luft in Berührung und geht nun wieder in salpetrichen Säure über, welche aufs Neue auf das Wasser einwirkt und so beständig fort. Man begreift wohl, daß, wenn das in den Kammern befindliche Wasser diese Wirkung hervorbringen könnte, sich kaum Schwefelsäure bilden würde, indem alle salpetrichen Säure vom Anfange der Verdichtung an zerstört werden müßte. Ob gleich nun das reine Wasser auf solche Weise wirkt, so scheint doch das mit Schwefelsäure geschwängerte hierzu untuglich zu seyn. Aus diesem Grunde ist es also nöthig in der Kammer beständig Säure von 12 bis 15° zu lassen. Würde man dagegen bloß reines Wasser hinein bringen, so ist wohl kein Zweifel, daß man fast keine Schwefelsäure erhalten würde. Derselbe Fall fände auch Statt, wenn man den Dampf zu schnell in

*) Es versteht sich, daß hier nur die Rede von kalkhaltigem Wasser ist. Hätte man Wasser, welches keine Kalksalze enthielte, so käme diese Rücksicht gar nicht in Betracht.

Die Kammer strömen ließe, so daß er im Verhältniß zu dem Masse in zu großer Menge vorhanden wäre. Diese praktischen Erfolge lassen sich besser nach Gay-Lussac's Theorie als nach der von Element erklären, weil Letzterer nur die salpetrische Säure im Gaszustande in der Kammer annimmt, während Gay-Lussac solche als einen Bestandtheil der Krysalis betrachtet, welche durch das Wasser zersetzt werden. Auf diese Weise wurde die salpetrische Säure nothwendigerweise in Berührung mit dem Wasser kommen, während im andern Falle diese Berührung nur zufällig Statt fände (169). Ubrigens wäre sowohl nach der einen so wie nach der andern Annahme die Thatsache erklärlich und das Mittel, ihr zu begegnen, würde das Namliche seyn.

Wenn man wegen vorzunehmender Reparaturen oder aus andern Gründen genöthigt war, alle in der Kammer befindliche Säure herauszunehmen, so muß man, ehe man die Arbeit aufs Neue beginnt, den ganzen Boden wiederum mit schwacher Säure von 10 bis 12° Baumé bedecken; denn brächte man nur reines Wasser oder vielleicht nichts in die Kammer, so würde man Gefahr laufen nur wenig oder kein Produkt zu erhalten. Viele Fabrikanten, welche diesen Punkt nicht beachteten, scheiterten schon vollkommen an dem Versuche, welchen sie mit diesem Verfahren anstellten, das ohne diesen Fehler sehr gute Resultate hätte liefern können.

181. Die salpetrische Säure zu sparen, ist gewiß ein sehr wesentlicher Punkt bei dieser Fabrikation und deshalb haben auch in der letztern Zeit die altern Methoden große Veränderungen erlitten.

Ehedem vermengte man den Schwefel nur oberflächlich mit 12 bis 15 Prozent Salpeter, breitete diese Gemenge in den Verbrennungsschalen aus und warf im Anfang der Operation an verschiedene Punkte derselben kleine Portionen des brennenden Gemenges, um die Masse zu entzünden. Man bekam auf diese Weise schweflichtsaures Gas, Stickstoffoxyd und als Rückstand schwefelsaures Kali. Später kam man auf den Gedanken, Starke oder Zuckersyrup in einem besondern Kolben mit Salpetersäure zu behandeln; man leitete das Stickstoffoxyd durch eine Röhre in die Kammer und ver-

brannte zu gleicher Zeit auf den eisernen Platten reines Schwefel. Auf diese Weise erhielt man schweflichtsaures Gas, Stickstoffoxyd und Dralsäure. Als man aber bemerkte, daß die Gase sich schwierig mengten, so ließen Payen und Cartier die Salpetersäure in Platinschalen mitten in den brennenden Schwefel auf die Stärke einwirken. Es war jedoch schwer dieses Verfahren allgemein einzuführen; denn der Absatz der Sauerfließsäure in Frankreich ist äußerst gering und die Engländer können übrigens auch dieselbe zu einem so niedrigen Preis liefern, daß unsere Fabrikanten unmöglich mit ihnen zu konkurriren im Stande waren. Der Gewinn, den diese Fabrication abwirft, ist demnach zu gering, um den Verlust an Salpetersäure, welchen sie veranlaßt, wieder zu decken. Da die Einwirkung sehr rasch von Statten geht, so wird ein Theil derselben in Stickstoffoxydul ja selbst in Stickstoff reduziert, welche Gase für die Schwefelsäurebereitung ganz untauglich sind.

Um diesen Verlust zu vermeiden und um zu gleicher Zeit die Entbindung der salpetrichen Säure, nach dem Willen des Fabrikanten, unabhängig von der schweflichten Säure zu machen, so wendet man nun allgemein ein sehr einfaches Mittel an, welches sich auf eine Reaktion anderer Art gründet. Die schweflichte Säure und Salpetersäure in Gasgestalt mit einander in Berührung gebracht, verwandeln sich in Schwefelsäure und salpetrichte Säure in dem Augenblicke der Mischung und erzeugen dann die nämliche krystallinische Verbindung, von der bereits oben die Rede war. Es genügt also schon, wenn man Salpetersäure in Dampf- form mitten in schweflichtsaures Gas streichen läßt. Um dies zu erreichen, stellt man auf die Schale, worauf die Verbrennung des Schwefels Statt findet, einen kleinen Kessel von Gußeisen, der ein Gemenge von Salpeter und Schwefelsäure enthält. Die salpetersauren Dämpfe treffen mit der schweflichten Säure zusammen, verwandeln sie in Schwefelsäure, gehen dadurch selbst in salpetrichte Säure über, die Krystalle bilden sich, werden wieder durch das Wasser zersezt u. s. w.

Bei allen diesen Verfahrensarten muß man stets Sorge tragen, daß sich das schweflichtsaure Gas bilde, ehe sich

das Stickstofforyd, die salpetrichre Säure oder die salpetersauren Dämpfe entbinden, und mit der Erzeugung dieser Legtern noch immer fortzufahren, nachdem der Schwefel zu brennen schon aufgehört hat, wenn nämlich in der Kammer mit Unterbrechung gearbeitet wird.

132. Nach dem von Chaptal angenommenen System, welches man mit dem Namen der Methode der ununterbrochenen Verbrennung bezeichnete, errichtet man außerhalb der Kammer einen Ofen, in welchem die Verbrennung des Schwefels vorgenommen wird. Das schwefelsaure Gas wird in die Kammer geleitet mittelst eines kurzen Schornsteinrohrs und um einen Zug zu bewirken, errichtet man in der entgegengesetzten Ecke der Kammer einen Schornstein, der beständig offen bleibt, oder man stellt auch den Ofen so, daß er eine Eisenplatte erhitzt, die sich im Innern der Kammer in einer der Ecken etwas über dem Niveau des Bodens befindet. Durch eine Schiebthür, welche vor der Platte angebracht ist, wird diese nach Belieben gefüllt und wieder entleert, und durch ein kleines in der Thür zwei Zoll hoch über dem Niveau des Schwefels befindliches Loch strömt die zur Verbrennung nöthige Luft ein. Der Boden der Kammer ist mit Wasser bedeckt, welches sowohl zur Bildung als zur Verdichtung der Schwefelsäure dient. Dieses Verfahren bietet durch die ununterbrochen fortgesetzte Arbeit große Vortheile dar; denn sobald die Säure der Kammer 40 bis 45° B zeigt, so läßt man einen Theil derselben ab und ersetzt sie wieder durch eine entsprechende Menge Wasser. Man würde die Säure, ohne der Verdichtung zu schaden, nicht stärker als 45° B erhalten können. Wenn die Verbrennung ununterbrochen fort Statt findet, so kann man in einer Kammer von den angegebenen Dimensionen täglich mehr Schwefel verbrennen als in einer ähnlichen Kammer, in welcher mit Unterbrechung gearbeitet wird. Dieser Vortheil aber wird wieder, wenn man nur eine einzige Kammer anwendet, durch den Verlust an schweflichter Säure und Schwefelsäure aufgehoben, der unaufhörlich durch den Zug verursacht wird. Auch erhält man weniger Schwefelsäure auf diese Weise, als durch die andere Methode. Außerdem

zeigen sich noch bedeutende Nachtheile, die zwar durch eine gute Einrichtung des Ofens vermieden werden können, gegen welche man sich aber nicht immer mit vollkommener Sicherheit verwahren kann. Wollte man die Platte sehr stark erhitzen, so würde der größte Theil des Schwefels sich verflüchtigen ohne zu verbrennen und dann als Schwefelblumen in die Flüssigkeit der Kammer niederfallen. Dasselbe würde sich ereignen, wenn man nicht genug erhitzte, und der Schwefel sich nicht schnell entzündete. Diese übertriebenen Annahmen finden jedoch wirklich nicht Statt, allein etwas Ähnliches zeigt sich von Zeit zu Zeit, wenn nämlich das Material zur Heizung der Platten seiner Natur nach fähig ist, veränderliche Wirkungen zu erzeugen und die Verbrennung des Schwefels oder des Gemenges selbst Veranlassung zu einem jeden Augenblick veränderlichen hohen Temperaturstand geben kann. Wollte man endlich, wenn die Platten etwas zu stark erhitzt sind, die Sublimation des Schwefels vermeiden, so dürfte man nur den Zug befördern, was aber nothwendigerweise einen beträchtlichen Verlust an schweflichter und salpetricher Säure herbeiführen müßte, so daß ein Theil des schweflichtsauren Gases fortgerissen würde und der andere, theilweise der salpetrichen Säure beraubt, sich nur unvollkommen verdichten könnte. Aus diesen Bemerkungen erklärt sich, warum Chaptal, wenn er alle Fehler seiner Ofen vergrößerte, nach Belieben entweder Schwefelblumen oder schweflichte Säure erhalten konnte, während er mit einem gut regulirten Ofen nur Schwefelsäure erhielt.

Diese Verflüchtigung des Schwefels ist ein Hauptfehler. Derselbe zeigt sich in den Kammern mit unterbrochener Verbrennung und das einzige Mittel, was man zu seiner Vermeidung anwenden könnte, beruht leider in der Anwendung auf einem unsichern Grunde. Es ist dieß nämlich die einsichtsvolle Leitung der Verbrennung, welche allein von der Gewohnheit und der Aufmerksamkeit des Arbeiters abhängt, der sie beaufsichtigt. Hat sich aber ein Unfall ereignet, so kann man demselben leicht wieder auf folgende Weise abhelfen: man läßt die Säure sich ruhig absetzen, zieht den geklärten Theil ab, wäscht den zurückbleibenden Schwefel in

kleinen Rosten und trocknet ihn nachher an der Luft. Dieser Schwefel wird dann wieder verbrannt und das Waschwasser in die Kammer gegossen.

183. Das Vorhandenseyn des Schwefels in der Säure würde bedeutenden Verlust verursachen, wenn man nicht Sorge trüge, ihn ruhig absetzen zu lassen, und man etwa die damit noch verunreinigte Säure sogleich concentriren wollte. Während der Concentration würde der Schwefel auf die Schwefelsäure wirken und sich nicht nur selbst, sondern auch Letztere in schweflichte Säure verwandeln. 100 Th. Schwefel würden 612 Th. Schwefelsäure v. 66° zersetzen, so daß, wenn man zu dieser Letztern diejenige Säuremenge hinzufügt, welche die 100 Th. Schwefel hätten hervorbringen können, ein reiner Verlust von 918 Thl. concentrirter Säure von 66° dadurch erwachsen müßte. Man kann nicht genug die Aufmerksamkeit der Fabrikanten auf diesen Punkt hinlenken, wenn es noch, wie Kuhlmann versichert, solche giebt, welche ihre Säure abbrauchen, ohne den Schwefel vorher abzusondern.

Dieser Chemiker hat Säuren gesehen, welche durch die Gegenwart des sehr fein zertheilten Schwefels milchig wurden und sich nicht mehr durch Ruhe klärten. In diesem Falle ist es einleuchtend, daß man zur Filtration durch einige Sandschichten seine Zuflucht nehmen muß; allein in allen Fabriken, welche ich gesehen habe, war die Säure klar, während der Schwefel sich auf dem Boden der Kammern abgesetzt hatte. Diese Verschiedenheiten lassen sich leicht erklären und mögen wohl von der mehr oder minder feinen Zertheilung des Schwefels herrühren. Die einzigen Regeln, welche man in Beziehung auf diesen Gegenstand geben kann, bestehen im Allgemeinen darin: die Sublimation des Schwefels, wo möglich zu vermeiden und wenn sie wirklich Statt gefunden hat, diesen durch ruhiges Absetzen oder durch Filtration zu entfernen.

184. Diese Nachtheile haben die Anwendung der ununterbrochenen Verbrennung sehr unsicher gemacht. Ja, man darf wohl sagen, daß bei allen Fabrikanten, welche dieses Verfahren nur mit einer Kammer auszuführen versuchten, der Erfolg schlecht war. Zwei Dinge sind eigentlich bei die-

tem System zu befürchten, das eine davon betrifft die Zerstörung selbst. Wollte man sorgfältig die örtlichen Umstände beachten, so würde man immer im Stande seyn, sie entweder gänzlich oder doch wenigstens einigermaßen zu reguliren. Der andere Gegenstand betrifft die Verdichtung. Es ist leicht einzusehen, daß diese nicht gehörig vor sich gehen kann, weil die Säure der Kammer schon ziemlich konzentriert ist; kein eben so wenig ist man auch im Stande, dieselbe immer im schwachen Zustande zu erhalten. Die Theorie giebt hier an, daß man in diesem Falle die Gase in eine sehr lange geneigte Röhre streichen lassen und in entgegengesetzter Richtung einen Strom Wasser ganz langsam durchleiten müßte, so daß bei ihrem Eintritt die Gase in Berührung mit Säure von 50° und nahe bei ihrem Austritt aus der Röhre mit reinem oder wenigstens beinahe reinem Wasser zusammentreffen können.

Seit einigen Jahren benützen mehrere Fabrikanten einen sehr ähnliche ähnlichen Apparat, welcher aber noch von dem Vorfelben weder dem Prinzip nach, noch in seinen einzelnen Theilen bekannt gemacht worden wäre. Pappe und Pottier dagegen haben erst vor Kurzem ein Verfahren dieser Art, welches ihnen sehr befriedigende Resultate gegeben hat, bekannt gemacht. (Annales de l'Industrie t. 1.) Sie erhalten wenigstens 300 Säure für 100 Schwefel, was beweist, daß ihr Verlust nicht größer ist, als in den Kammern in unterbrochener Arbeit. Ihr Apparat besteht aus einem Zerstörungsofen, welcher mit der ersten Kammer in unmittelbarer Verbindung steht; aus dieser gehen die Gase in eine zweite, welche wiederum in eine dritte mündet und diese endlich in eine vierte, je nachdem es das Bedürfnis erheischt. Die letzte Kammer hat keinen Schornstein, denn dieser ist von ihr entfernt und durch einen sanft geneigten Kanal damit verbunden. In der ersten Kammer erhält man Säure von 48 oder 50° , in der zweiten von 38 bis 40° und in der dritten von 15 bis 18° . Die Böden der verschiedenen Kammern erheben sich nach einander dergestalt, daß man mittelst eines Hebels einen Theil der Säure aus der zweiten in die erste und aus der dritten in die zweite leiten kann, so bald

man nämlich aus der ersten Kammer Säure zur Abdampfung abzieht. Übrigens spritzt man beständig Wasserdampf in die Endröhre und auch von Zeit zu Zeit in jede der einzelnen Kammern, um die Verdichtung zu befördern.

Vergleicht man diesen letzten Apparat mit demjenigen, in welchem die Verbrennung mit Unterbrechung vorgenommen wird, so erkennt man leicht, welche großen Vortheile er gewährt. Jede Kammer wird in ziemlich gleicher Temperatur erhalten, wodurch die nachtheiligen Veränderungen vermieden werden, welche die Bleiplatten durch das zu häufige und zu rasche Zusammenziehen und Ausdehnen erleiden. Die Verbrennungsschalen werden aus demselben Grunde ebenfalls weniger abgenutzt. Die erhaltene Menge Säure ist für eine gegebene Zeit und in Kammern von gleichem Rauminhalt beinahe ein Drittel größer. Das Arbeitslohn kostet um die Hälfte weniger und das zum Verbrennen des Schwefels nöthige Brennmaterial ist um $\frac{1}{3}$ reduziert. Man ersieht auch wirklich die Verbrennungspflanze nur im Anfange; ist der Schwefel einmal entzündet, so setzt sich die Verbrennung von selbst weiter fort. Der Zusatz von Salpeter beträgt nicht mehr als 8 Prozent.

Übrigens ist es sehr leicht beide Systeme mit einander zu verbinden und in den Kammern ununterbrochen zu arbeiten, während man zugleich die bereits beschriebene Einrichtung nach Payen und Cartier beibehält. Es würde dann nach ihrer Angabe hinreichend seyn, nach und nach das Zuströmen der Luft in dem Verbrennungssofen zu hemmen, endlich dieselbe ganz abzuschließen und dagegen fortzufahren, in die Kammern Dampfströmen zu lassen, und endlich die Luft in denselben zu erneuern sobald die Verdichtung beendigt ist.

185. *Konzentration der Schwefelsäure.* Da die Säure der Bleikammern nur von einer zwischen 40 und 50° B schwankenden Stärke erhalten werden kann, so muß dieselbe nachher noch konzentriert werden, um sie auf 66° zu bringen, so wie sie im Handel gewöhnlich gefordert wird. Es muß hier als wesentlich bemerkt werden, daß die meisten Operationen, welche eine Anwendung der Schwefelsäure erheischen, ohne weiters mit derselben unmittelbar von der Kam-

mer kommenden ausgeführt werden können. Man hat die Anwendung dieser Säure vielfach bei technischen Zwecken eingeführt, und die Konsumenten wenden sie viel lieber an, weil sie die Kosten der Konzentration ersparen. Wenn ein Fabrikant Schwefelsäure von 50° oder darunter anwendet, so kann er sich stets der unmittelbar aus der Kammer kommenden Säure bedienen, wenn nicht die vermehrten Transportkosten den Unterschied des Preises wieder aufwiegen würden.

186. Der Hauptzweck der Konzentration besteht darin, die Säure, wie sie aus den Kammern kommt, von dem überschüssigen Wasser zu befreien. Diese Operation zerfällt in zwei ganz verschiedene Arbeiten. Die erste kann in Bleigesäßen ausgeführt werden, die andere dagegen erfordert die Anwendung von Glas- oder Platingesäßen.

Man kann die Säure in Bleigesäßen nur bis zu einem gewissen Grade erhitzen, denn es tritt ein Zeitpunkt ein, wo das Blei angegriffen und sogar geschmolzen werden würde. Wenn die schwache Säure nur wenig auf das Blei einwirkt, so verwandelt dagegen die konzentrierte siedende Säure dieses Metall in ein schwefelsaures Salz, indem sie selbst hierbei zum Theil in schweflichte Säure übergeht. Außerdem aber siedet auch die konzentrierte Säure erst bei 310°, während das Blei schon bei 260° schmilzt. Da man nun die letzten Antheile Wasser nicht verjagen kann, ohne die Säure auf den Siedepunkt zu erhitzen, so ist es klar, daß eine Grenze vorhanden ist, welche nicht überschritten werden darf. Diese Grenze ist in den Fabriken etwas verschieden. Einige Fabrikanten sind mehr, andere minder bereit in dieser Beziehung. Chaptal konzentrierte seine Säure bis zu 60° B. in den Bleießeln, andere hören bei 55° auf und die Besorgtesten schon bei 50°. Es ist in dieser Beziehung eine wichtige Bemerkung zu machen, nämlich daß bei Annäherung dieser letztern Konzentrationspunkte der Siedepunkt der Säure ungemein schnell steigt. Eine Säure von 15° B. z. B. siedet bei 104° C. und die von 25° siedet bei 108° C.; hier findet also ein Steigen von $\frac{1}{2}$ Thermometer Grad für jeden Grad des Areometers Statt. Die Säure von 50° B. aber

setzt bei 145° C. während dagegen Säure von 60° B. schon 145° C. zum Kochen erfordert, was eine Temperaturerhöhung von 50° C. im Ganzen oder 5° C. für jeden Areometergrad beträgt. Endlich finden wir, daß von 60° B. zu 66° B. der Siedepunkt von 195° C. bis auf 310° C. steigt, was mithin eine Vermehrung 115° in dem Siedepunkte für 6° B. oder $19\frac{1}{2}^{\circ}$ C. für einen einzigen Areometergrad ausmacht. Wenn wir also die Säure von verschiedenen Konzentrationspunkten betrachten, so finden wir für jeden Grad der Zunahme ihrer Dichtigkeit, entweder 0,4 oder 5, ja sogar 10 bis 10 Grad Unterschied in dem Siedepunkt.

Es geht daraus klar hervor, daß man beim Abbrauchen in Bleigefassen nicht aufmerksam genug seyn kann, weil man sich dem Anscheine nach noch so weit von dem Schmelzpunkte des Bleis entfernt wähnen kann, daß man nichts befürchten zu dürfen glaubt, während dann eine geringe Vermehrung der Dichtigkeit denselben plötzlich erreichen und überschreiten macht. Glücklicherweise gehen auf diesem Punkte die Veränderungen in der Dichtigkeit langsam vor sich, denn die Säure hält dann ihr Wasser so stark zurück, daß immer geraume Zeit erforderlich ist, bis sie nur kleine Mengen von Wasser wieder verliert. Nichts ist übrigens einfacher als diese Abdampfung. Man nimmt sie in weiten, ziemlich flachen, viereckigen Bleipfannen vor, in welchen die Säure höchstens 12 bis 15 Zoll hoch stehen darf. Nachdem die Pfannen gefüllt worden, macht man Feuer unter dieselben, und sobald häufige Dämpfe sich entbinden, unterhält man nur ein gelindes Feuer, ohne dasselbe später wieder zu verstärken. Die vorhandene schweflichte Säure, so wie ein Theil des Wassers entbindet sich und wenn endlich die Säure entweder auf 50, 55 oder 60° B., je nachdem es das angenommene Verfahren des Fabrikanten erheißt, gebracht ist, so thut man sie in Gefäße von Glas, Steingut oder Platin, um die Konzentration zu vollenden.

187. Die Steingut- oder Glasgefäße sind gewöhnliche große Retorten. Man setzt dieselben, nachdem sie wohl mit Thon beschlagen worden, auf einen Galeerenofen. Jede Retorte faßt 50 Kilogr. Säure und gewöhnlich werden da-

von 100 Stük in einen Ofen eingesetzt. Um das Stoßen der Flüssigkeit während des Kochens zu vermeiden, wirft man in jede Retorte einige Glascherben oder noch besser Platinstückchen. Da aber stets einige dieser Gefäße zerspringen, so stellt man sie alle in eine gewisse Entfernung von einander, so daß die Säure im unglücklichen Falle in einen bleiernen darunter gestellten Behälter fließen kann. Die Glasretorten können öfter als einmal dienen, allein wenn man die in Anschlag bringt, welche theils in Feuer zerspringen, theils beim Einfüllen, Ausgießen und Reinigen zerbrochen werden, so zeigt sich, daß eine Retorte im Durchschnitt nicht mehr als fünf Destillationen aushält. Nimmt man nun den Preis einer Retorte zu 35 Centimen (S. 253), so findet man, daß für 100 Kilogr. concentrirter Säure die Kosten für Glas 70 Cent. betragen; damit aber diese Konzentrationsweise vortheilhaft befolgt werden kann, muß man in der Nähe einer Glashütte sich befinden, welche hartes Glas zu billigem Preis liefert. Das zu alkalische Glas wird angegriffen. Außerdem ist auch das Füllen und Ausleeren der Retorten eine lange und schwierige Arbeit; das unterbrochene Heizen und Wiedererkalten verursacht einen Verlust an Brennmaterial; alle diese Umstände werden dagegen vermieden durch die Anwendung eines Abdampfgefäßes von Platin.

Hielte nicht der hohe Preis des Platins mehrere Fabrikanten noch ab, so würde die Anwendung dieses Metalls allgemein Statt finden. Denn es würde eine Vereinfachung und Beschleunigung in die Arbeit gebracht, wonach stets bei technischen Operationen gestrebt werden muß. Ein Platinkessel hat die Form eines gewöhnlichen Kolbens. Er darf, nachdem er zu zwei Drittel angefüllt ist, höchstens den vierten Theil der täglichen Produktion der Fabrik fassen, weil man gewöhnlich des Tages nur vier Konzentrationen darin vornimmt, obgleich man, wenn der Ofen zweckmäßig gebaut ist, sechs bis sieben nach Bedürfniß damit verrichten kann. Ein Helm, gleichfalls von Platin, ist auf den Kolben gesetzt und leitet die entbundenen Dämpfe in ein bleiernes Schlangengeröhr, worin sie verdichtet werden. Da durch die Destillation eine ziemliche Menge Säure mit fortgerissen wird, so

müssen die Dämpfe verdichtet werden, weil außerdem, wenn sie in dem Fabrikgebäude oder außerhalb desselben sich verbreiteten, bedeutender Schade angerichtet werden würde.

189. Ist die Säure auf 66° Baumé gebracht, so entleert man den Kessel mittelst eines angebrachten Platinhebers; da man dieselbe nun, um jeden nachtheiligen Einfluß zu vermeiden, in Gefäße aus Steingut bringt, so muß sie unterwegs abgekühlt werden. Um dieß zu erreichen, macht man den äußern Schenkel des Hebers etwas lang (ungefähr 2 Meter) und hüllt ihn in eine zweite größere kupferne Röhre ein, in welche man beständig von unten nach oben einen Strom kaltes Wasser leitet. Die Säure kommt so ziemlich abgekühlt an dem äußern Ende des Hebers an, so daß sie die Steingutgefäße, von welchen sie aufgenommen wird, nicht mehr zersprengen kann. Man bringt sie nachher in große Ballone von Glas oder Steingut und verpackt diese mit Stroh in geflochtene Körbe, woran sich Handhaben befinden. Diese Ballone verschließt man mit Pfropfen aus Steingut, welche, versehen mit einem Rande, durch Thon oder geschmolzenen Schwefel gut verkittet und mittelst eines Stückes getheerter Leinwand fest gebunden werden; so kommen dieselben dann in den Handel.

190. Eine Platinretorte, in welcher 150 Kilogr. Säure auf einmal destillirt werden können, kostet jetzt ungefähr 20000 Franken; nimmt man nun an, daß täglich damit vier Operationen vorgenommen werden, so kommen von den Interessen des Kapitals, welches dieser Platinapparat kostet, 50 Centimen auf 100 Kilogr. Säure. Diese würden auf 30 Cent. reduzirt werden, wenn man in 24 Stunden 7 Destillationen machen wollte, was allerdings noch möglich ist.

191. Um diese Operationen noch öfter vornehmen zu können, hat Hr. Bréant einen Heber ausgedacht, mittelst dessen man die Säure viermal schneller abziehen kann. Dieser neue Heber, der Tafel 6. Fig. 3, 4 und 5 im Längens- und Querdurchschnitt dargestellt ist, besteht aus einer Röhre A, welche in den Platinkessel B hinein reicht; diese läßt viermal so viel durchlaufen, als die gewöhnlichen Heber. Die dicke Röhre ist gebogen und mit 2 Trichtern CC versehen, welche nach Belieben durch zwei gestielte Stöpsel DD ver-

geschlossen werden; mittelst jener kann der Heber sehr leicht gefüllt werden. Fig. 4. a stellt einen dieser Trichter mit seinem Stöpsel im vergrößerten Maassstabe dar. Etwas unterhalb des zweiten Trichters theilt sich die Röhre in vier andere gleichweite Röhren EEE E, welche zusammen genommen gerade so viele Flüssigkeit durchlassen, als die große Röhre.

Die vier kleinen Röhren, welche ihrer größten Länge nach mit Hülfe der Bänder FF in paralleler Richtung gehalten werden, vereinigen sich in ihrem untern Ende wieder in eine einzige Röhre G, welche den nämlichen Durchmesser, wie die in den Kessel hineinstreichende hat. An ihrem Ende befindet sich ein Hahn, der demjenigen der alten Heber ähnlich ist, aber eine viermal größere Öffnung hat. Eine weites kupfernes Rohr H, welches durch die Deckel JJ an die beiden Enden des Hebels befestigt ist, dient zur Abkühlung der Säure, während ihres Abfließens, indem ein Strom kaltes Wasser durch einen Hahn K nach dem untern Theil geleitet wird und von da wieder nach oben drängend, durch eine gebogene Röhre L (*vide-trop-plein*) wieder abfließt.

Durch diesen Heber muß in einer gegebenen Zeit viermal so viel abfließen, als durch einen gewöhnlichen Heber; seine abkühlende Oberfläche steht mit diesem Abfließen im Verhältniß, nämlich sie ist viermal größer als bei andern Hebern; übrigens ist es einleuchtend, daß die Erniedrigung der Temperatur der Säure dieselbe seyn muß.

Um ein 150 Kilogr. haltendes Platingefäß mit einem einfachen Heber auszuleeren, ist ungefähr eine halbe Stunde Zeit nöthig; dagegen sind bei der Anwendung des neuen Apparates nicht mehr als 6 Minuten höchstens für jedes Abziehen erforderlich. Summirt man die siebenmal sich wiederholende Zeit-Ersparniß von 25 Minuten, so hat man beinahe 3 Stunden, oder die zu einer Konzentrirung von 150 Kilogr. nöthige Zeit. Auf solche Weise kann man die tägliche Produktion von 1050 auf 1200 Kilogr. Säure bringen, was ein unbestreitbarer Gewinn ist.

192. Während dieser letzten Operation hat die Säure erstlich alles Wasser, welches durch bloße Anwendung der

Wärme ihr entzogen werden kann, verloren, fern die Sal-
 petersäure, welche sie in der Kammer aufgenommen hatte, so
 wie endlich die schweflichte Säure, welche noch in ihr zurück-
 blieb; allein sie enthält nun noch Bleioryd, Eiser ryd, Kali
 und Kalk mit Schwefelsäure verbunden. Da diese Salze
 nicht in Menge vorhanden sind, so schaden sie nicht, wenn
 die Säure zu technischen Zwecken angewendet wird, allein zu
 genauen Untersuchungen oder Analysen muß man die Säure
 rein haben und in diesem Falle muß man sie durchaus destillir-
 ren. Man kann zu dem Ende die schon beschriebenen Apparate
 anwenden und eine Vorlage Verbindung
 bringen; das Feuer wird, s. erreicht
 hat, verstärkt, um die Dest- n. Da diese
 Operation viel häufiger im roßen ausge-
 führt wird, so nimmt man aboratorium
 vor. Man wählt hierzu ivert und bringt
 damit einen tubulirten Ball und , ohn Fugen
 mit einem Kork oder Kitt da l nur von
 der Säure angegriffen wü man nun in
 die Retorte und legt einige hundert, erhitzt dann
 anfangs gelinde und verst t und das Feuer bis die
 Säure im vollen Kochen ist. Wenn dieser Zeitpunkt eintritt,
 so unterhält man das Kochen bis die Destillation beendigt
 ist. Wollte man eine etwas größere Menge Säure desti-
 liren, so müßte man eine Retorte und eine Vorlage mit lan-
 gem Hals nehmen, damit die Dämpfe oder die verdichtete
 Flüssigkeit, sich etwas abkühlen könnten, ehe sie in den mit
 kaltem Wasser umgebenen Rezipienten gelangen. Ohne diese
 leicht zu beobachtende Vorsicht, könnte die Vorlage zersprin-
 gen. Zur Vermeidung eines solchen Unfalles setzt man zwi-
 schen die Retorte und die Vorlage einen gläsernen Vorstoß
 (S. Tafel 5. Fig. 6. b.) so ein, daß der Retortenhals un-
 mittelbar in den Vorstoß und dieser wieder in die Vorlage
 geht.

Die schwefelsauren Salze bleiben in der Retorte zurück.
 und wenn die Flüssigkeit nicht durch heftiges Kochen zum
 Theil mit übergerissen wurde, so ist die destillirte Säure voll-
 kommen rein und stets farblos.

193. **Bereitung der Schwefelsäure.** Die reine oder wasserfreie Schwefelsäure wurde bis jetzt noch nicht in den Künsten angewendet.

Die sächsishe rauchende Säure könnte man allenthalben da anwenden, wo man die gewöhnliche Säure nimmt, allein ihr hoher Preis erlaubt sie nirgends anders anzuwenden, als zur Bereitung der Indigoauflösungen. Hier bloß ist die Anwendung der gewöhnlichen Säure mit Verlust verknüpft, denn 10 Theile rauchende Säure, welche in Beziehung auf den reinen Säuregehalt nur 11 Thl. gewöhnlicher Säure entspricht, wirkt gerade so viel, als 15 Thl. von dieser letztern, wenn es sich um die Auflösung des Indigos handelt. Wendet man daher letztere an, so bringt man $\frac{1}{3}$ Säure mehr in die Indigoauflösung und die Farben, welche man mit dieser vermischt will, werden durch diese überschüssige Säure oft auf eine höchst nachtheilige Weise weggeräzt. Es wäre deshalb sehr zu wünschen, daß für die französischen Färber an einigen Punkten Frankreichs die Fabrikation der rauchenden Säure eingeführt werden möchte.

Die gewöhnliche Schwefelsäure findet so vielfache und wichtige Anwendung, daß man sie gewissermaßen als den Hebel aller chemischen Industriezweige betrachten kann. Um davon nur das Wesentlichste zu erwähnen, führen wir die Zersetzung des Kochsalzes und Verwandlung in schwefelsaures Natrium an, woraus dann die künstliche Soda gemacht wird, welche man zur Fabrikation des Glases, der Seifen u. s. w. gebraucht; die hierbei zugleich erhaltene Salzsäure wird gleichfalls wieder zu mancherlei Zwecken verwendet, vorzüglich aber zur Chlorfabrikation. Wir nennen ferner die Bereitung der Salpetersäure, der reinen Essigsäure, so wie die der meisten bekannten Säuren, die Scheidung des Goldes vom Silber, die Gewinnung des Alauns, des schwefelsauren Kupfers (Kupfervitriol) und des künstlich bereiteten schwefelsauren Eisens, als Industriezweige, welche sämmtlich von der Schwefelsäure abhängen. In der Bleicherei der Zeuge, der Fabrikation des Runkelrübenzuckers, der Färberei und bei einer Menge anderer Gewerbe wird die Schwe-

schwefelsäure täglich gebraucht, allein sie ist hier nicht als Hauptwirkungsmittel zu betrachten.

Dies mag genügen, um zu zeigen, daß diese Säure fast in allen Fabriken angewendet wird und eine wichtige Rolle bei Erzeugung einer großen Menge von Industrieprodukten spielt. Alle Bemühungen, ihren Preis zu vermindern müssen daher sorgfältig aufgewundert werden und wir sind von der Wahrheit dieser Behauptung so durchdrungen, daß wir diesen Gegenstand nicht verlassen können, ohne darüber noch einige Betrachtungen anzustellen.

191. Die Kunst die Schwefelsäure mittelst des jetzt üblichen Verfahrens zu bereiten ist ihrer Vollkommenheit schon so nahe, daß man von Veränderungen, die an den Apparaten oder in ihrem Gange noch angebracht werden könnten, keine bedeutende Verminderung im Preise der Säure mehr erwarten darf. Man müßte also nur in einem niedrigeren Preise der rohen hierzu nöthigen Stoffe die Mittel zur Verbesserung suchen. Zu dem Ende führen wir hier die Durchschnittspreise der zur Fabrication erforderlichen Elemente an. Wir finden sie in der Statistik des Seine-Departements (1826. Tafel 114.), deren Herausgabe von dem Grafen Chabrol besorgt wird. Die nachfolgenden Resultate gelten für acht in dem Seine-Departement befindlichen Etablissements zusammen genommen.

Interessen des Kapitals	74,400 Franken.
Arbeitslohn	21,450
Kosten im Allgemeinen	57,020
Steinkohle	155,850
1,058571 Kilogr. Schwefel	254,057
95265 salpetersaures Kalk	152,424

Totalsumme 695,201 Franken.

Man erhält davon 2,964000 Kilogr. Schwefelsäure, welche ungefähr für 860000 Fr. mithin zu 29 Fr. die 100 Kilogr. verkauft werden.

Der Gewinn des Fabrikanten ist so gering als möglich angeschlagen; derselbe Fall findet bei den Interessen des angewendeten Kapitals, des Arbeitslohns und der Kosten überhaupt Statt; folglich ist es bloß bei der Heizung

nach dem Preis des Schwefels und Salpeters, wo man noch Verminderungen erwarten darf. Die Preiskürzung besteht sich hier beinahe nur allein auf die Abkämpfungen, mithin kann man nicht viel auf Verbesserungen hierbei rechnen, wenigstens möchten sie sehr schwierig auszubringen seyn. Es ist somit also nur der Preis des Schwefels und Salpeters noch übrig, wovon man allein nur eine Preisermäßigung der Schwefelsäure erwarten kann.

195. In Beziehung auf diesen letztern bemerken wir, daß er nur $\frac{1}{2}$ des Preises der Schwefelsäure, wie sie dem Konsumenten geliefert wird, beträgt. Dieser Bruch reduzirte sich auf $\frac{1}{3}$, wenn der ungeheure Eingangszoll auf den ostindischen Salpeter aufgehoben würde, der den Preis desselben doppelt so hoch als in England stellt. Der Preis der Schwefelsäure würde um $\frac{1}{3}$ oder um 11 auf 100 sinken, wenn dies Eingangsrecht nicht mehr bezahlt werden dürfte. Alle diejenigen Produkte, zu deren Erzeugung man Schwefelsäure nöthig hat, werden dann verhältnißmäßig billiger zu liefern seyn, und viele davon würden gewiß Gegenstände der Ausfuhr werden, indem sie heut zu Tage die Konkurrenz mit den englischen Erzeugnissen nicht aushalten können.

Betrachten wir in dieser Beziehung den Schwefel, so drängt sich uns eine ähnliche Bemerkung auf. Man hat denselben sogar im rohen Zustande noch mit einem Eingangszolle von 20 Prozent seines Werthes belegt. Derselbe beträgt ungefähr $\frac{1}{3}$ vom Preise der Säure, würde nun der Eingangszoll aufgehoben, so müßte sich der Werth desselben auf $\frac{1}{3}$ reduziren. Nimmt man nun diese beiden Preisverminderungen zusammen, so ergiebt sich daraus die Möglichkeit, die Schwefelsäure um $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ billiger herzustellen. Diese Preisverminderung aber wird noch beträchtlicher, wenn man die daraus erwachsenen kommerziellen Erleichterungen mit der fast um ein Viertel verringerten Auslage beim Kaufe der rohen Stoffe zugleich in Anschlag bringt.

Es ist traurig für unsere Industrie, daß diese beiden Stoffe, von denen wir hier sprechen, zur Bereitung des Schießpulvers nöthig sind, und daß politische Rücksichten sich

jetzt Bewilligungen entgegen stellen, welche von allen Freunden der Gewerbe lebhaft gewünscht werden.

196. Gehen wir stets von demselben Gesichtspunkte aus und nehmen wir an, daß die Eingangszölle nicht vermindert werden, so bleibt uns hinsichtlich des Salpeters keine Hoffnung übrig; allein anders verhält es sich mit dem Schwefel. Hier mag es am rechten Orte seyn, eines Fabrications-Systems zu erwähnen, worauf *Élément* früher ein Patent genommen hatte, welches meines Wissens aber nicht in Ausführung gebracht worden ist. Nach diesem Plan sollte die schweflichte Säure anstatt durch Verbrennung des Schwefels, mittelst Lösung des Schwefeleisens im Maximum (Schwefelies) bereitet werden. Frankreich besitzt diesen Stoff an sehr vielen Orten; er hat beinahe keinen Werth, während der fast ausschließlich vom Auslande bezogene Schwefel viel theurer ist. Es möchten zwar bei der Ausführung dieses Vorschlages Schwierigkeiten zu überwinden seyn, allein man würde nach einiger Zeit gewiß zum Ziele gelangen; das nöthige Brennmaterial würde zwar viel höher zu stehen kommen, dagegen müßte das schwefelsaure Eisen, was man aus den Rückständen ziehen könnte, einen Theil der Kosten decken, vorzüglich wenn man im Stande wäre, es in Masse abzusetzen; Letzteres möchte vorzüglich durch dessen Anwendung zur Fabrication der rauchenden Schwefelsäure erreicht werden können. Bei dem jetzigen Stand der Dinge würde allerdings die Schwierigkeit, dieses Produkt abzusetzen, das Haupthinderniß, ja vielleicht das einzige seyn, was man zu besiegen hatte.

Ein anderer Gedanke *Élément's*, der gleichfalls in dem abgelaufenen Patente begriffen war, verdient neuerdings den Fabrikanten zur Beachtung empfohlen zu werden. Die von der Verbrennung in den Kammern herrührenden Rückstände enthalten den größten Theil der angewandten Salpetersäure in dem Zustand von salpetrichter Säure. Sollte es unmöglich seyn dieses Produkt zu verdichten und wieder salpetersaures Kali daraus zu erzeugen? Ich glaube nicht. *Élément* schlug vor, eine Art künstlicher Salpetergrube mit der Kammer in Verbindung zu bringen. Vielleicht würde

nach dem Preis des Schwefels und Salpeters, wo man noch Verminderungen erwarten darf. Die Heisung bezieht sich hier beinahe nur allein auf die Abdampfungen, mithin kann man nicht viel auf Verbesserungen hierbei rechnen, wenigstens möchten sie sehr schwierig anzubringen seyn. Es ist somit also nur der Preis des Schwefels und Salpeters noch übrig, wovon man allein nur eine Preisermäßigung der Schwefelsäure erwarten kann.

195. In Beziehung auf diesen letztern bemerken wir, daß er nur $\frac{1}{2}$ des Preises der Schwefelsäure, wie sie dem Konsumenten geliefert wird, beträgt. Dieser Bruch reduzirte sich auf $\frac{1}{4}$, wenn der ungeheure Eingangszoll auf den ostindischen Salpeter aufgehoben würde, der den Preis desselben doppelt so hoch als in England stellt. Der Preis der Schwefelsäure würde um $\frac{1}{2}$ oder um 11 auf 100 sinken, wenn dies Eingangsrecht nicht mehr bezahlt werden dürfte. Alle diejenigen Produkte, zu deren Erzeugung man Schwefelsäure nöthig hat, werden dann verhältnißmäßig billiger zu liefern seyn, und viele davon würden gewiß Gegenstände der Ausfuhr werden, indem sie heut zu Tage die Konkurrenz mit den englischen Erzeugnissen nicht aushalten können.

Betrachten wir in dieser Beziehung den Schwefel, so drängt sich uns eine ähnliche Bemerkung auf. Man hat denselben sogar im rohen Zustande noch mit einem Eingangszolle von 20 Prozent seines Werthes belegt. Derselbe beträgt ungefähr $\frac{1}{2}$ vom Preise der Säure, würde nun der Eingangszoll aufgehoben, so müßte sich der Werth desselben auf $\frac{1}{4}$ reduciren. Nimmt man nun diese beiden Preisverminderungen zusammen, so ergiebt sich daraus die Möglichkeit, die Schwefelsäure um $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ billiger herzustellen. Diese Preisverminderung aber wird noch beträchtlicher, wenn man die daraus erwachsenen kommerziellen Erleichterungen mit der fast um ein Viertel verringerten Auslage beim Ankauf der rohen Stoffe zugleich in Anschlag bringt.

Es ist traurig für unsere Industrie, daß diese beiden Stoffe, von denen wir hier sprechen, zur Bereitung des Schießpulvers nöthig sind, und daß politische Rücksichten sich

Wärme ihr entzogen werden kann, verloren, ferner die Salzsäure, welche sie in der Kammer aufgenommen hatte, so endlich die schweflichte Säure, welche noch in ihr zurückbleibt; allein sie enthält nun noch Bleioryd, Eisenoryd, Kali und Kalk mit Schwefelsäure verbunden. Da diese Salze in Menge vorhanden sind, so schaden sie nicht, wenn die Säure zu technischen Zwecken angewendet wird, allein zu gewissen Untersuchungen oder Analysen muß man die Säure rein haben und in diesem Falle muß man sie durchaus destilliren. Man kann zu dem Ende die eben beschriebenen Apparate anwenden und eine Vorlage mit den Gefäßen in Verbindung bringen; das Feuer wird, wenn die Säure 66° R. erreicht ist, verharzt, um die Destillation zu befördern. Da diese Destillation viel häufiger im Kleinen als im Großen ausgeführt wird, so nimmt man sie gewöhnlich im Laboratorium vor. Man wählt hierzu eine gläserne Retorte und bringt damit einen tabulirten Ballon in Verbindung, ohne die Fugen mit einem Kork oder Kitt zu verschließen, da beide nur von der Säure angegriffen würden. Letztere gießt man nun in die Retorte und legt einige Platinstückchen hinein, erhitzt dann anfangs gelinde und verstärkt endlich das Feuer bis die Säure im vollen Kochen ist. Wenn dieser Zeitpunkt eintritt, so unterkühlt man das Kochen bis die Destillation beendigt ist. Wollte man eine etwas größere Menge Säure destilliren, so müßte man eine Retorte und eine Vorlage mit langem Hals nehmen, damit die Dämpfe oder die verdichtete Flüssigkeit, sich etwas abkühlen könnten, ehe sie in den mit kaltem Wasser umgebenen Rezipienten gelangen. Ohne diese nicht zu beobachtende Vorsicht, könnte die Vorlage zerspringen. Zur Vermeidung eines solchen Unfalles setzt man zwischen die Retorte und die Vorlage einen gläsernen Vorstoß (S. Tafel 3. Fig. 6. b.) so ein, daß der Retortenhals unmittelbar in den Vorstoß und dieser wieder in die Vorlage geht.

Die schwefelsauren Salze bleiben in der Retorte zurück. und wenn die Flüssigkeit nicht durch heftiges Kochen zum Theil mit übergerissen wurde, so ist die destillirte Säure vollkommen rein und stets farblos.

es schon hinreichend seyn, die Gase durch einen mit befeuchteten Kalk- oder Krebsestücken angefüllten Canal zu leiten. Auf diese Weise erhielt man salpetersauren und schwefelsauren Kalk, welchen man von Zeit zu Zeit herausnehmen mußte, um das salpetersaure Salz daraus abzuscheiden. Dergleichen Apparate wären besonders leicht in den Kammern mit ununterbrochener Verbrennung anzubringen.

Unterschwefelsäure.

(Synonyme. Lat. Acidum hyposulphuricum. Franz. Acide hyposulfurique.)

197. Diese Säure wurde bisher noch nicht technisch benutzt, allein sie scheint sich unter sehr vielen Umständen, welche täglich bei technischen Operationen Statt finden, zu erzeugen. Es scheint sogar, daß man die concentrirte Schwefelsäure nicht mit Pflanzen- oder Thierstoffen bei gewöhnlicher Temperatur zusammenbringen kann, ohne Wechselwirkungen zu veranlassen, welche stets Unterschwefelsäure erzeugen, oder wenigstens doch die Schwefelsäure durch die Verbindung mit der organischen Substanz so verändern, daß sie die Hauptkennzeichen der Unterschwefelsäure besitzt. Man muß deshalb letztere kennen; sie wurde vor einigen Jahren von Welter und Gay-Lussac entdeckt.

Eigenschaften. Diese Säure ist tropfbarflüssig, farblos, und hat selbst im höchst concentrirten Zustande keinen Geruch. Sie röthet das Lakmus, schmeckt rein sauer und kann nie im wasserfreien Zustand erhalten werden. Unter den Rezipienten der Luftpumpe mit Schwefelsäure gebracht, kann sie, ohne zu verdampfen oder eine Veränderung zu erleiden, concentrirt werden, bis sie ein specif. Gewicht von 1,347 erreicht hat; will man die Concentration weiter treiben, so fängt sie an, sich in schweflichte Säure, welche entweicht und in Schwefelsäure, welche in der Flüssigkeit zurückbleibt, zu zersetzen.

Wenn man sie in sehr verdünntem Zustand der Einwirkung der Wärme unterwirft, so giebt sie nur anfangs Wasser ab; enthält sie aber nur wenig davon, so erleidet

die dieselbe Zersetzung, wie im luftleeren Raume; schon die Wärme des Marienbades bringt diese Wirkung hervor. Obgleich der Schwefel noch nicht mit Sauerstoff in dieser Verbindung gesättigt ist und die ihm fehlende Menge desselben noch aufzunehmen suchen muß, um in Schwefelsäure überzugehen, so verändert sich doch die Unterschwefelsäure nicht, wenn sie in Berührung mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft ist. Das Chlor, die konzentrirte Salpetersäure und das rothe schwefelsaure Manganoxyd bringen in denselben in der Kälte gleichfalls keine Veränderung hervor.

198. **Bereitung.** *) Unterschwefelsäure, wenn man schwefel- teitet aus Schwefelsäure und Kohle, liches fein pulverisirtes Manganoxyd zusetzt; es bildet sich sogleich ein ungewöhnlicher Niederschlag, bestehend aus unterschwefelsaurem und Manganoxydul, dem nämlich das Hyperoxyd der schweflichten Säure abstrahirt und reduziert wird. Nach Berlin enthält die Flüssigkeit ein schwefelsaures Salz; man gießt nun ab, um das im Ueberschuß vorhandene Hyperoxyd zu entfernen und setzt allmählig gelochten Kalk hinzu, von dem man einen kleinen Theil mittelst Kurkuma auf Papier merkbaren Ueberschuß zusetzt. Der Kalk fällt das Manganoxydul, indem er sich mit der Schwefelsäure und Unterschwefelsäure verbindet; da aber der schwefelsaure Kalk in der That unlöslich ist, so folgt daraus, daß die Flüssigkeit nicht filtrirt wird, fast nur unterschwefelsauren Kalk enthalten kann, der mit etwas wenigem schwefelsaurem Kalk

*) Eine ausführliche und ganz vorzügliche Abhandlung über die Bereitung der Unterschwefelsäure und ihrer Salze lieferte Friedrich Herzer, (S. Annalen der Phys. und Chem. von Hoggendorf. Bd. 7, Stf. 1. dter Jahrg. 1826. Stf. 6. Wir empfehlen sie Jedem zu lesen, der in dem Fall kommen dürfte diese Säure, oder ihre Salze im Großen bereiten zu müssen. Hr. Dr. Herzer giebt darin genau die Methoden und Kunstgriffe an, deren er sich bei der Darstellung dieser Verbindungen bediente und wodurch er sich ganz ausgezeichnet schöne Krystalle von verschiedenen unterschwefelsauren Salzen verschaffte, die wir selbst zu bewundern Gelegenheit hatten. H. u. G.

und dem kleinen hinzugefügten Kalküberschuß gemengt. Man fügt hierauf Aegbaryt in hinreichender Menge hi-
 um die Kalksalze zu zerlegen, und erhält so einen in
 Niederschlag von schwefelsaurem Baryt und reinem S.
 In der Flüssigkeit bleibt nun aufgelöst, unterschwefelsa-
 Baryt mit etwas Baryt und vielleicht überschüssigem S.
 Man entfernt beide, indem man einen Strom Kohlenst-
 durch die Auflösung jagt und diese nachher filtrirt, um
 sich in Flocken abscheidenden kohlensauren Verbindungen
 dem Filtrum zurück zu halten; gut ist es, wenn man
 Flüssigkeit vor dem Filtriren etwas aufkochen läßt, um
 aufgeloste Kohlensäure zu verjagen, wodurch ein kleiner
 theil der kohlensauren Salze in Auflösung erhalten we-
 könnte. Endlich läßt man das unterschwefelsaure Salz
 stalliren, lost es wieder in Wasser auf und zersetzt es
 durch Zusatz von Schwefelsäure dergestalt, daß man
 rade nur so viel zugiebt, als zur Fällung der Basis nö-
 ist. Hierauf trennt man die in Wasser aufgelöste Un-
 schwefelsäure durch Filtration von dem gefallten schw-
 sauren Baryt und concentrirt dann die verdünnte S.
 unter dem Rezipienten der Luftpumpe, indem man S-
 trägt, die Abdampfung zu unterbrechen, wenn das sp-
 Gewicht derselben sich 1,347 nähert.

199. Zusammensetzung. Die Unterschwefelsä-
 im wasserfreien Zustand angenommen, besteht aus,

2 At. Schwefel	=	402,32	oder	44,59
5 At. Sauerstoff	=	500,00		55,41
2 At. Säure	=	902,32		100,00

Keine der weiter unten in Beziehung auf die Un-
 phosphorsäure, salpetrichen Säure und unterphosphor-
 Säure aufgestellten Ansichten kann hier geltend gemacht
 den. Die Unterschwefelsäure erscheint daher, sowohl i-
 Eigenschaften als auch der ihrer Salze zufolge, bürd
 als eine einfache Säure.

Ehlorschwefel.

(Synonyme. Salzsäures Schwefeloxyd, Franz. Chlorure de soufre.)

200. **Vereitung.** Diese Verbindung bildet sich sehr leicht, wenn Ehlor und Schwefel bei gewöhnlicher Temperatur mit einander in Berührung kommen. Zu dem Ende läßt man einen Strom Ehlor langsam auf Schwefelblumen streichen; diese backen anfangs zusammen, werden nachher artig und verwandeln sich zuletzt in eine mehr oder weniger orangerothe Flüssigkeit, welche Ehlorschwefel ist. Der hierzu nöthige Apparat besteht aus einem Kolben, in welchem sich Ehlor erzeugt, (Tafel 4. Fig. 2.) aus einem Glaszylinder, der mit Ehlorcalcium zur Entwässerung des Gases angefüllt ist, (Tafel 3. Fig. 5.) und endlich aus einem trocknem Glaszylinder, der die Schwefelblumen enthält und auf dessen Boden die Röhre, aus welcher sich das Ehlor entbindet, hinabreicht. Letzteres Glas ist noch mit einer zweiten Röhre versehen, welche man in den Schornstein gehen läßt, um das überschüssige Ehlor fortzuleiten.

201. **Eigenschaften.** Der Ehlorschwefel ist tropfbar flüßig, bald heller, bald dunkler pomeranzenfarbig, ohne Zweifel je nachdem er mehr oder weniger Schwefel bloß aufgelöst enthält. Er ist ziemlich flüßig, durchsichtig und hat ein specif. Gewicht von 1,68 bis 1,7; sein Siedepunkt schien mir veränderlich zu seyn, was beweist, daß dieser Körper nicht immer gleich zusammengesetzt ist. In Berührung mit feuchter Luft stößt er weiße Dämpfe aus. Sein äußerst starker und unangenehmer Geruch erinnert an Ehlor, ist aber viel stinkender.

Er zersetzt das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur unter Entbindung von Wärme und Erzeugung von Ehlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure, schweflichter Säure und Schwefel, welcher letztere sich in größerer oder geringerer Menge ablagert. Er wirkt auch und zwar noch lebhafter auf den Alkohol und Schwefeläther.

202. Das trockne Ammoniak zersetzt den Ehlorschwefel schon im kalten Zustande; bringt man nämlich Ehlorschwe-

fel in ein kleines Glasfläschgen, welches man einem Apparate anpaßt, der trocknes Ammoniak entbindet, so sieht man bald weiße Dämpfe in Menge erscheinen und es findet, wenn man die Temperatur der Chlorverbindung etwas erhöht, zuletzt eine vollständige Zersetzung Statt. Es bildet sich ein Niederschlag von salzsaurem Ammoniak und Schwefel, indem Stickstoff sich gleichzeitig entbindet. Ist das Ammoniak in Wasser aufgelöst, so bilden sich andere Produkte: es wird salzsaures, schwefelsaures und schweflichtsaures Ammoniak erzeugt, während sich zugleich Schwefel absetzt und Stickstoff als Gas entweicht. Die dabei hervorgebrachte Wärme ist sehr bedeutend; die Wechselwirkung wird dadurch beschleunigt und ein Theil des Produktes verflüchtigt sich, indem dicke röthliche oder violette Rauchwolken sich bilden, welche das Experiment sehr auszeichnen.

Beinahe alle Metalle werden durch diesen Körper selbst in der Kälte schon in Schwefel- und Chlor-Verbindungen verwandelt. Es würde sogar gefährlich seyn, wenn man mit etwas größern Mengen operiren wollte, denn die entbundene Wärme ist groß genug, um entweder den Chlorschwefel zum Theil oder die gebildeten Chlor- und Schwefelverbindungen so zu verflüchtigen, daß eine Art von Detonation entsteht. Man bringe z. B. ein halbes Gramm Chlorschwefel in ein Uhrglas und lasse nun darauf ein Stückchen Kalium fallen, welches man an das Ende eines einige Fuß langen Stäbchens gelegt hat. Wenn man dieses Metall mitten in die Flüssigkeit wirft und das Kalium besitzt eine frische Schnittfläche, so geschieht die Einwirkung unter Entbindung von Wärme und Erscheinung von rothem Lichte, verbunden mit einer lebhaften Detonation, welche das Glas zerschmettert und den überflüssigen Chlorschwefel weit fortschleudert. Die Detonation hat oft erst nach 30 bis 40 Sekunden Statt; bisweilen bleibt sie ganz aus und man findet dann im Glase etwas Chlorkalium. Es ist wahrscheinlich, daß die Verpuffung von der schnellen Temperaturerhöhung herrührt, die plötzlich eine beträchtliche Menge Chlorschwefel in Dampf verwandelt. Beinahe eben so verhält sich das Quecksilber. Bringt man in ein Glas zehn Gramm Quecksilber und eben

so viel Chlorschwefel, welche man, um sie zu mengen, mit einem Stäbchen umrührt, so verdickt und erwärmt sich bald das Gemenge, wird glühend und entbindet Dämpfe in Menge, welche von der Verflüchtigung des überflüssigen Chlorschwefels, des freien Quecksilbers, so wie des Chlor- und Schwefel-Quecksilbers herrühren. Als Rückstand bleibt jedoch noch ein Theil dieser beiden letztern Körper.

203. **Zusammensetzung.** Der Chlorschwefel besteht aus:

1 Mt. Schwefel	16	31,4
2 Mt. Chlor		68,6
1 Mt. Glässhw		100,0

Man sieht aus seiner da wenn derselbe
 selbe auf das Wasser wirkt. Kohlensäure und
 1 Mt. unterschweflichte Si oder 1 Aichte Säure
 und 1 Mt. Schwefel, da di te nicht frei
 existiren kann, sich bilden müß E veselsäure wird
 in diesem Falle in geringer erzeugt. Nicht bloß durch
 das Wasser kann man di e des Chlorschwefels ma-
 chen; besser noch ist es, wie die Berthollet, ein
 bestimmtes Gewicht von Schwefel in Chlorschwefel zu ver-
 wandeln und das verwendete Chlorgas zu berechnen oder die
 bereitete Chlorverbindung mittelst Eisen oder Kupfer in Chlor-
 metall und Schwefelmetall zu verwandeln und nachher die
 respectiven Mengen beider zu bestimmen.

Wir haben diesen Körper etwas ausführlicher betrach-
 tet, weil wir dadurch in den Stand gesetzt werden, die Be-
 trachtung der Eigenschaften ähnlicher Verbindungen in Zu-
 kunft abzukürzen.

Bromschwefel

(Synonyme. Franz. Bromure de soufre.)

Das Brom verbindet sich mit dem Schwefel bei gewöhn-
 licher Temperatur. Man braucht nur Brom auf Schwefel-
 blumen zu gießen, um die Verbindung zu bewerkstelligen.
 Der Bromschwefel ist flüchtig, von öhlartiger Konsistenz, röth-
 licher Farbe, und dunkler als der Chlorschwefel. Er ver-

fel in ein kleines Glasfläschgen, welches man einem Apparate anpaßt, der trocknes Ammoniak entbindet, so sieht man bald weiße Dämpfe in Menge erscheinen und es findet, wenn man die Temperatur der Chlorverbindung etwas erhöht, zuletzt eine vollständige Zersetzung Statt. Es bildet sich ein Niederschlag von salzsaurem Ammoniak und Schwefel, indem Stickstoff sich gleichzeitig entbindet. Ist das Ammoniak in Wasser aufgelöst, so bilden sich andere Produkte: es wird salzsaures, schwefelsaures und schweflichtsaures Ammoniak erzeugt, während sich zugleich Schwefel absetzt und Stickstoff als Gas entweicht. Die dabei hervorgebrachte Wärme ist sehr bedeutend; die Wechselwirkung wird dadurch beschleunigt und ein Theil des Produktes verflüchtigt sich, indem dicke röthliche oder violette Rauchwolken sich bilden, welche das Experiment sehr auszeichnen.

Beinahe alle Metalle werden durch diesen Körper selbst in der Kälte schon in Schwefel- und Chlor-Verbindungen verwandelt. Es würde sogar gefährlich seyn, wenn man mit etwas größern Mengen operiren wollte, denn die entstehende Wärme ist groß genug, um entweder den Chlorschwefel zum Theil oder die gebildeten Chlor- und Schwefelverbindungen so zu verflüchtigen, daß eine Art von Detonation entsteht. Man bringe z. B. ein halbes Gramm Chlorschwefel in ein Uhrglas und lasse nun darauf ein Stückchen Kalium fallen, welches man an das Ende eines einige Fuß langen Stäbchens gelegt hat. Wenn man dieses Metall mitten in die Flüssigkeit wirft und das Kalium besitzt eine frische Schnittfläche, so geschieht die Einwirkung unter Entbindung von Wärme und Erscheinung von rothem Lichte, verbunden mit einer lebhaften Detonation, welche das Glas zerschmettert und den überflüssigen Chlorschwefel weit fortschleudert. Die Detonation hat oft erst nach 30 bis 40 Sekunden Statt; bisweilen bleibt sie ganz aus und man findet dann im Glase etwas Chlorkalium. Es ist wahrscheinlich, daß die Verpuffung von der schnellen Temperaturerhöhung herrührt, die plötzlich eine beträchtliche Menge Chlorschwefel in Dampf verwandelt. Beinahe eben so verhält sich das Quecksilber. Bringt man in ein Glas zehn Gramm Quecksilber und eben

so viel Chlorschwefel, welche man, um sie zu mengen, mit einem Stäbchen umrührt, so verbickt und erwärmt sich bald das Gemenge, wird glühend und entbindet Dämpfe in Menge, welche von der Verflüchtigung des überflüssigen Chlorschwefels, des freien Quecksilbers, so wie des Chlor- und Schwefel-Quecksilbers herrühren. Als Rückstand bleibt jedoch noch ein Theil dieser beiden letztern Körper.

203. Zusammensetzung. Der Chlorschwefel besteht aus:

1 Mt. Schwefel	31,4
2 Mt. Chlor	68,6
1 Mt. Glaschw	100,0.

Man sieht aus seiner Zusammensetzung, daß derselbe auf das Wasser wirkt. 1 Mt. unterschweflichte S. und 4 Mt. Schwefel, da Chlor nicht frei existiren kann, sich bilden. In diesem Falle in geringe Menge. Das Wasser kann man nicht frei erzeugen. Nicht bloß durch das Chlorschwefel, sondern durch das Chlorwasser, welches Berthollet, ein bestimmtes Gewicht von Schwefel in Chlorschwefel zu verwandeln und das verwendete Chlorgas zu berechnen oder die bereitete Chlorverbindung mittelst Eisen oder Kupfer in Chlormetall und Schwefelmetall zu verwandeln und nachher die respectiven Mengen beider zu bestimmen.

Wir haben diesen Körper etwas ausführlicher betrachtet, weil wir dadurch in den Stand gesetzt werden, die Betrachtung der Eigenschaften ähnlicher Verbindungen in Zukunft abzukürzen.

Bromschwefel.

(Synonyme. Franz. Bromure de soufre.)

Das Brom verbindet sich mit dem Schwefel bei gewöhnlicher Temperatur. Man braucht nur Brom auf Schwefelblumen zu gießen, um die Verbindung zu bewerkstelligen. Der Bromschwefel ist flüchtig, von öhlartiger Konsistenz, röthlicher Farbe, und dunkler als der Chlorschwefel. Er ver-

breitet, wie dieser bei Berührung mit der Luft weiße Dämpfe und riecht auch beinahe so.

Für sich selbst schon röthet er schwach das Lackmüs, allein durch Zusatz von Wasser röthet er dasselbe sehr stark. Diese Flüssigkeit wirkt indessen bei weitem nicht so kräftig auf ihn, als auf den Chlorschwefel und ihre Einwirkung geht im Gegentheil bei gewöhnlicher Temperatur nur langsam vor sich; bei 100° aber findet die Reaktion plötzlich mit einer Art von Detonation Statt. Es bildet sich Bromwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff, woraus man ersieht, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen der Wirkungsweise des Chlorschwefels und Bromschwefels existirt, der übrigens vielleicht auf den verschiedenen Mengenverhältnissen ihrer Bestandtheile beruht. Das Chlor verwandelt den Bromschwefel in Chlorschwefel und Brom oder Chlorbrom.

Die Bestandtheile des Bromschwefels sind noch nicht quantitativ bestimmt worden.

Jodschwefel.

(Synonyme. Franz. *Jodure de soufre*.)

205. Mit Hülfe einer gelinden Wärme verbindet sich der Schwefel mit dem Jod, allein die Verbindung ist so schwach, daß sie aufgehoben wird, so bald man die Temperatur, bei welcher man operirt hat, etwas überschreitet. Der Jodschwefel ist starr, schwarzgrau und im Bruche strahlig, wie das Schwefelantimon. Mit der Zeit sondert sich, selbst in verschlossenen Gefäßen, ein Theil Jod daraus ab. Er zersetzt das Wasser weder in der Kälte noch in der Wärme, allein durch das Kochen mit Wasser wird die Verbindung zerstört, indem sich das Jod gänzlich abscheidet und mit dem Wasserdampf verflüchtigt wird.



Capitel VIII.

Selen. — Selenwasserstoffsäure. — Selen-
oxyd. — Selenichte Säure, Selenensäure. —
Chlorselen, Bromselen, Jodselen,
Schwefelselen. —

206. Die Entdeckung des Selen's schreibt sich aus den lezten Jahren her; man verdankt sie Berzelius, der diesen Stoff in reinem Zustande aus einigen eigenthümlichen Rückständen gewisser Arten von Schwefel darstellte, welche man in Schweden bei der Schwefelsäurefabrikation gebraucht. Bei sorgfältiger Untersuchung dieser zufällig erhaltenen Produkte, die man ihrer rothlichen Farbe wegen, bisher mit Schwefelarsenik verwechselte, schied er im Jahr 1818 nicht ohne Mühe, einen neuen einfachen Stoff daraus, dem er den Namen Selen gab. Er nahm diesen Namen von dem griechischen Wort Selene (der Mond) her, wegen der Ähnlichkeit mit dem Tellur, welches, in einiger Hinsicht wenigstens, anfänglich mit dem Selen verwechselt werden zu können schien. Man wird hier gewiß nicht ohne Interesse die Geschichte dieser Entdeckung lesen, die als eine Art Ergänzung zu demjenigen dienen kann, was wir oben in Bezug auf die Schwefel- und Schwefelsäurefabrikation gesagt haben.

„Man bedient sich, sagt Berzelius, zur Verestung des Schwefels in Fahlun der Schwefelliese, die sich an mehreren Orten in den Kupfergruben in Menge finden. Diese Schwefelliese sind oft mit Bleiglanz, Blende und mehreren andern fremdartigen Stoffen gemengt. Man bringt dieselben auf eine Lage von trockenem Holz in lange horizontale Rostöfen, die oben mit Erde und verwitterten Schwefelliesen bedeckt werden; der Rauch geht aus diesen Öfen in

horizontale Kanäle, die vorn anfangs aus Backsteinen, abrigens aber aus Holz gemacht sind. Man zündet das Holz von unten an, der Kieſ geräth dadurch in Brand und die Hitze des untern brennenden Kieſlagers verflüchtigt den Überschuß (119) des Schwefels aus der zunächst darüber liegenden Kieſſchicht. Der Schwefel wird in Dampfſorm von dem heißen Luftſtrom mit fortgeführt und legt ſich dann als Schwefelblumen in den Kanälen an. Das Schwefelmehl, welches man durch dieſe Operation erhält, enthält viel Schwefelſäure; man wäſcht es in Waſſer, läßt es ſchmelzen und deſtillirt nun die erhaltene Maſſe von Neuem, um ſie zu reinigen. Der geſchmolzene, nicht deſtillirte Schwefel iſt eine grünlich graue Maſſe, die im Bruche ſtrahlenförmig iſt und fremdartige Theile erkennen läßt. Der während des Winters fabrizirte Schwefel kann nicht ohne große Koſten gewaſchen werden, daher läßt man ihn noch mit der ſauren Feuchtigkeit, von welcher er durchdrungen iſt, ſchmelzen. Bricht man die geſchmolzene Maſſe von einander und läßt man ſie dann einige Tage lang liegen, ſo bringen aus der friſchen Bruchfläche kleine, ſehr ſaure Tropfen hervor, welche aus Schwefelſäure, Arſeniſſäure, ſchwefelſaurem Eiſen, und ſchwefelſaurem Zinn beſtehen.

„Bedient man ſich dieſes deſtillirten Schwefels, um mittelſt der Verbrennung Schwefelſäure daraus zu bereiten, ſo ſchlägt ſich auf dem Boden der Bleikammer eine röthliche Maſſe in Pulverform nieder. Wjuggren beobachtete ſchon ſeit langer Zeit dieſen Umſtand, da er noch Beſitzer der Schwefelſäurefabrik in Gripsholm war. Er fand, daß dieß nicht ſtatt fand, wenn man ſich eines andern Schwefels bediente; er wandte auch den fahluner Schwefel nicht mehr an, als er von einem Chemiker erfahren hatte, der rothe Stoff müſſe Arſenik enthalten.

Seitdem Gahn, Eggers und ich dieſe Fabrik gekauft haben, wurde nichts anderes als fahluner Schwefel verbrannt. Der rothe Bodenkatz, welcher ſich in der flüſſigen Säure erzeugte, blieb immer auf dem Boden der Kammer und hatte ſich bedwegen ſo vermehrt, daß er eine Linie dicke Lage bildete.“ — 1.

Da man außerdem in dieser Fabrik die Verdichtungs-
methode anwandte, welche darin besteht, daß man der schwefel-
lichten Säure Dämpfe von Salpetersäure zuführt, so geschah
es, daß die Gefäße, worin die Salpetersäure verdampft
wurde, immer mit einem röthlich braunen Rückstand überzo-
gen waren, der zuerst Berzelius's Aufmerksamkeit auf sich
zog. Dieser Rückstand schien einige Eigenschaften des Tel-
lurs zu besitzen, aber eine aufmerksamere Prüfung ließ die
Anwesenheit eines eigenthümlichen Stoffs darin vermuthen.
Als Berzelius hierauf die seit langer Zeit in der Kammer
abgesetzte Schicht sorgfältig und der Analyse un-
terwarf, erhielt er darai r, Kupfer, Zinn, Ei-
sen, Zink, Blei, Arsenik ,

Seit der Zeit hat man im Harz bei Borge und Tiszerobe
verschiedene Selenmetalle entdeckt, aus denen man heutiges
Tages Selen gewinnt, nämlich: Selenblei, Selenblei mit Se-
lenkupfer, Selenblei mit Selenquecksilber, und Selenblei mit
Selenkobalt. Es ist wahrscheinlich, daß diese verschiedenen
Selenmetalle, wenigstens das zweite und dritte, mit arsenik-
haltigem Schwefeleisen gemengt, Ursache aller der Erschei-
nungen gewesen sind, welche Berzelius beobachtete. Wir
werden auch wirklich in der Folge sehen, daß das Selen
durch Einwirkung der Luft mit Hülfe der Hitze in gasförmig-
es Selenoryd oder flüchtige selenichte Säure verwandelt
wird; diese beiden Verbindungen treten jedoch ihren Gehalt
an Sauerstoff der schweflichten Säure ab, welche dann in
Schwefelsäure übergeht und so wird das Selen frei. Auf diese
Weise erklärt sich die Gegenwart von freiem Selen in der
Kammer, so wie der verschiedenen Selenmetalle, welche sich
nach der Verbrennung des Schwefels bilden oder während
derselben durch den Luftstrom mit fortgeführt werden konn-
ten. —

Man kann den Fabrikanten nicht genug anempfehlen,
von Zeit zu Zeit die Rückstände ihrer Operationen im Großen
zu untersuchen, besonders wenn sich ihnen eigenthümliche Er-
scheinungen darstellen. Auf solche Weise hat man das Zink,
das Brom, das Selen entdeckt und dieser Weg wird eine

VIII Nichtmetallische Körper.

vielleicht die beste Quelle für Untersuchungen

Selen.

Selenium. Lat. Selenium. Franz. Sélénium.)

Eigenschaften. Das Selen ist bei der gewöhnlichen Temperatur ein starrer Körper; es besitzt eine geringe Härte und leicht mit dem Messer geritzt; es ist zerbrechlich und leicht in Pulver zu verwandeln. Sein specifisches Gewicht wechselt von 4,30 bis 4,32, weil es mit der Zeit eine Masse sehr häufig kleine Höhlungen hat. Seine Bruchflächen sind nicht immer gleich. Geht es aus dem geschmolzenen Zustand schnell in den starren über, so erhält seine Oberfläche einen metallischen Glanz und eine dunkle braune Farbe an. Es gleicht dann einem polirten Flintstein; im Bruche ist es muschlig, glasartig, bleibend von Farbe und hat ein völlig metallisches Ansehen. Geht es aber aus dem geschmolzenen Zustand sehr langsam in den starren über, so ist seine Oberfläche rauh und matt, bleifarbig, aber nicht mehr rein polirt; sein Bruch ist gleichfalls körnig, matt, und gleicht vollkommen dem des Zinnmetalls. Wird es, mittelst Zink oder schweflichter Salzsäure, kalt aus einer verdünnten Auflösung von selenichter Säure niedergeschlagen, so nimmt es eine zinnoberrothe Farbe an; kocht man die Flüssigkeit mit dem Niederschlag, so zieht sich dieser zusammen und wird fast schwarz. Wird das Selen sehr langsam reduziert, so bildet es auf der Flüssigkeit ein goldgelbes, glanzendes Häutchen.

Das Selen ist in sehr kleinen Stücken oder in dünnen Fäden durchscheinend und läßt ein rubinrothes Licht durchgehen.

In welchem Zustand es sich auch befinden mag, so ist sein Pulver doch immer dunkelroth; reibt man es, so häuft es leicht zusammen und bekommt dann eine glatte Oberfläche von grauer Farbe, wie dieß auch beim Antimon und Wismuth der Fall ist.

Einer Hitze von weniger als 100 Grad ausgesetzt, wird das Selen weich; einige Grade darüber wird es halbfest und schmilzt völlig; beim Erkalten bleibt es, wie Siegellack, längere Zeit weich: man kann es zwischen den Fingern kneten und lange sehr elastische Fäden daraus ziehen. Es kocht in einer die Rothglühhitze nicht erreichenden Temperatur und verflüchtigt sich. Erhitzt man es in einer Retorte, so erzeugt es einen dunkelgelben Dampf, der zwischen Schwefeldampf und Chlorgas die Mitte hält und sich im Hals der Retorte in schwarzen Tröpfchen wieder verdichtet; erhitzt man es in freier Luft oder in sehr weiten Gefäßen, so bildet es einen rothen Rauch, der keinen eigenthümlichen Geruch besitzt und der sich in Gestalt eines zinnoberrothen Pulvers absetzt. Ist die Hitze stark genug, um es zu oxydiren, so verbreitet das Gas einen Retiggeruch.

Das Selen ist weder Wärme- noch Electricitäts-Fetter.

Es hat wenig Neigung zu krystallisiren; doch, wenn es sich langsam aus einer Auflösung von selenwasserstoffsaurer Ammoniak scheidet, so bildet es auf der Flüssigkeit ein Häutchen, dessen obere Fläche eine bloße Bleifarbe hat und glatt erscheint, während die entgegengesetzte, untere Fläche weniger dunkelgefärbt ist und von kleinen glänzenden Punkten bedeckt erscheint. Unter dem Mikroskop lassen beide Flächen ein krystallinisches Gefüge erkennen, welches der Wurfel- oder Parakalipipedgestalt anzugehören scheint. Zuweilen bilden sich auch an den Wänden des Gefäßes baumartige Anflüge, welche unter dem Vergrößerungsglas betrachtet, aus prismatischen, mit pyramidalen Endspitzen versehenen Krystallen zusammengesetzt zu seyn scheinen.

Das Selen in Dampfform entzündet sich nicht durch die Berührung mit Sauerstoffgas; es erzeugt sich dabei nur etwas Selenoryd, das diesem Gas den Geruch von faulem Kohl mittheilt; leitet man aber einen Strom Sauerstoffgas auf kochendes und in einem engen Raum befindliches Selen, so brennt es mit einer Flamme, deren Licht unten matt und weiß, an der Spitze und gegen die Ränder hin aber grün oder bläulich-grün ist. Es sublimirt sich selenichte Saure dabei, mit etwas Selenoryd gemengt.

Das Selen verflüchtigt sich in der freien Luft unverändert; in einem verschlossenen und mit Luft gefüllten Gefäß erhitzt, verwandelt es sich zum Theil in Dryd; läßt man es aber in Berührung mit der Luft zum Sieden kommen und bringt man dann einen brennenden Körper in die Nähe, so bekommt die Flamme desselben an den Rändern eine sehr reine lasurblaue Farbe und das Selen verdampft, indem es sehr stark nach faulem Kohl riecht.

Das Selen zerlegt reines Wasser nicht; es zerlegt dasselbe aber mit Hülfe mehrerer anderer Körper und verbindet sich dann mit dem Wasserstoff.

Die Salpetersäure greift das Selenium bei milderer Temperatur fast gar nicht an; aber in der Wärme löst sie es mit Lebhaftigkeit auf und verwandelt es in selenichte Säure. Das Königswasser löst es noch leichter auf.

Das Selen löst sich auch in fetten Ölen und in geschmolzenem Wachs auf, verbindet sich aber nicht den mit flüchtigen Ölen.

208. *Vorbereitung.* Wir werden diese bei der Selenensäure beschreiben.

Selenwasserstoffsäure.

(Synonyme. Hydroselensäure. Lat. *Acidum hydro-selenicum*. Franz. *Acide hydro-sélénique*.)

209. *Eigenschaften.* Der Selenwasserstoff ist ein farbloses Gas, besitzt einen dem Schwefelwasserstoffgas völlig ähnlichen Geruch, erzeugt aber ein stechendes, zusammenziehendes und schmerzhaftes Gefühl, wie das Fluorkieselgas, und zwar noch weit stärker. Es ist außerordentlich gefährlich. Berzelius ward durch das Einathmen einiger Glasblasen von der Größe einer Erbse sehr belästigt. In Berührung mit der atmosphärischen Luft und Feuchtigkeit zerlegt es sich sehr schnell; im Wasser ist es weit leichter löslich als Schwefelwasserstoffgas. Das mit diesem Gas geschwängerte Wasser hat nur einen schwachen Geruch; es schmeckt nach faulen Eiern, färbt die Haut braun und röthet die Lackmustinctur; mit der Luft in Berührung gebracht, zerlegt es sich und das Selen fällt zu Boden. Es schlägt alle Metallauflösungen

nieder, selbst die des Eisens und Zinks, wenn sie sich im neutralen Zustand befinden. Mit den Auflösungen des Zinks, Mangans und Ceriums bildet es fleischfarbene Selenmetalle; mit den andern Metallen schwarze und braune Selenverbindungen. Mit alkalischen oder erdigen Basen giebt es, ganz wie das Schwefelwasserstoffgas auslösliche Selenverbindungen.

Die Schwefelwasserstoffsäure besteht aus:

1 At. Selen	495,91	oder	97,56
2 At. Wasserstoff	12,48		2,44
2 At. Selenwasserst.			100,0

210. Vereitung. und das Selen verbinden sich miteinander und blühe des Freis werdens aus ihren Verbindungen kommen; so z. B. v. seitige Berüh- wasserstoffsäure behandelt. m mit Chlorsich nun bildet, ist in ihren stoffssäure so ähnlich, daß stoffssäure, die s. B. Schwefelwasserstoffssäure so ähnlich, daß n kann, die zur Vereitung des letztern Gases gen Methoden würden auch für die Gewinnung t wendbar seyn. Berzelius bediente sich das Selenkalkums in Stücken, welche er in eine tubulirte Retorte that und dann mit verdünnter Chlornwasserstoffsäure begoß. Das Gas entwickelte sich hierauf und wurde unter Quecksilber aufgefangen.

Selenoryd.

(Synonyme. Franz. oxide de sélénium.)

211. Das Selenoryd ist gasförmig und zeichnet sich durch einen Geruch nach verfaultem Kohl aus; in Wasser ist es sehr wenig löslich; es scheint nicht die Eigenschaft zu besitzen, sich mit Säuren zu verbinden, und kommt darin mit dem Kohlenorydgas überein.

Berzelius hat diese Verbindung nicht näher untersucht, zeigte aber doch, daß es sich stets bei der Verflüchtigung des Selen's bildet, es mag diese nun in freier Luft oder in Sauerstoffgas geschehen, und der Versuch in Flaschen oder etwas großen Recipienten vorgenommen werden. Er konnte es nicht rein darstellen.

Selenichte Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum seleniosum. Franz. Acide sélénieux.)

212. Die selenichte Säure in reinem Zustand ist fest, farblos und hat einen eigenthümlichen Glanz; sie hat einen rein sauren Geschmack, welcher ein brennendes Gefühl auf der Zunge zurück läßt; beim Erhitzen schmilzt sie nicht, verflüchtigt sich aber schon bei einer geringern Temperatur als nothig ist, um die Schwefelsäure zu destilliren. Ihr Dampf hat einen stechenden Geruch, wie die Säuren überhaupt und zeigt die Farbe des Chlors. Sie verdichtet sich an den Wänden der Gefäße in sehr langen vierseitigen Nadeln. Aus der Luft zieht sie sehr rasch Feuchtigkeit an, bekommt ein mates Aussehen, zerfließt aber nicht. Sie ist leicht auflöslich in Wasser, besonders in heißem. Bei langsamer Erkaltung krystallisirt sie in gestreiften Prismen, bei schneller in kleinen Körnern und bei freiwilliger Verdampfung sternförmig.

Sie löst sich auch in großer Menge in Alkohol auf. Die selenichte Säure wird sowohl auf nassem als trockenem Wege leicht reducirt. Ist sie mit Chlornwasserstoffsäure oder Schwefelsäure gemengt, so wird sie durch Eisen oder Zink reducirt; das Selen setzt sich auf diesen Metallen ab, ist aber, wenn man Schwefelsäure angewendet hat, mit Schwefel gemengt. Das beste Mittel das Selen aus einer Auflösung von selenichter Säure auszuziehen, besteht darin, daß man die Flüssigkeit sauer macht, erhitzt, und schwefelicht-saures Ammoniak zusetzt. Die freie Säure trennt die schwefelichte Säure vom Ammoniak, welche dann, auf Kosten des Sauerstoffs der selenichten Säure, in Schwefelsäure übergeht, während das freigewordene Selen sich nieder schlägt. Das selenichtsaure Kali, mit chlornwasserstoffsaurem Ammoniak (Salmiak) erhitzt, reducirt das Selen ebenfalls; es verflüchtigt sich aber dabei etwas selenichte Säure. Das Schwefelwasserstoffgas reducirt die selenichte Säure, wobei sich Schwefelselen von dunkler Drangefarbe bildet. Um diese Schwefelverbindung vollkommen abzuscheiden, muß man etwas Chlornwasserstoffsäure zur Flüssigkeit hinzusetzen und sie dann erhitzen.

Die selenichte Säure ist eine ziemlich stark Säure. Sie scheint im Allgemeinen mit der Arseniksäure nicht zusammen zu kommen; sie wirkt auf die Metalle, selbst auf die oxydierbaren ein; mit den Alkalien bildet sie keine neutrale Salze. Sie zerlegt das salpetersaure Silber und das Chlorblei.

213. **Bereitung.** Man erhält sie auf verschiedene Weise: 1.) Indem man das Selen in einer Glasröhre von einem Zoll im Durchmesser erhitzt, durch welche man einen Strom von Sauerstoffgas leitet. Das Selen entzündet sich; die selenichte Säure, die sich bildet, fließt in der Röhre, welche die Kugel ausläuft, ab. Bei diesem Verfahren Selen, wegen der Quantität Selenoxyd, welches sich bildet, erhält man keine reine Säure, indem man Selen erhitzt. Das Selen schmilzt und wird durch die Sauerstoffgas zerlegt, es entwickelt sich ein Gas und durch das Erkalten der Flüssigkeit entstehen und langen prismatischen Krystalle. In welche wie die salpetersauren Kalis gestrichen, diese kann man sich einer Mischsäure (Königswasser) bedienen, sobald das Selen sich aufgelöst hat, die Flüssigkeit langsam zur Trockne. Es bleibt eine weiße Masse zurück, welche sich bei stärkerer Hitze sublimirt. Dieß ist dann ebenfalls reine selenichte Säure.

214. **Zusammensetzung.** Die selenichte Säure ist zusammengesetzt aus:

1 At. Selen	=	496,91	oder 71,27
2 At. Sauerstoff	=	200,00	28,73
2 At. selenichte Säure	=	696,91	100,00

Sie entspricht vollkommen der schweflichten Säure.

Selensäure.

Synonyme. Lat. *Acidum selenicum* Franz. *Acide sélénique.*)

Es fehlte unter den Selenverbindungen ein Körper, den man mit der Schwefelsäure hätte vergleichen können. Mitscherlich füllte diese Lücke aus, indem er eine neue

Säure kennen lehrte, von der wir nun die wichtigsten Eigenschaften aufzählen wollen.

215. Eigenschaften. Diese Säure ist eine farblose Flüssigkeit, welche man bis auf 280° C. erhitzen kann, ohne daß sie sich merklich zersetzt; über dieser Temperatur aber beginnt die Zersetzung rasch; bei 290° erhält man schon Sauerstoff und selenichte Säure. Bei einer Wärme von 165° ist ihre Dichtigkeit 2,524; bei 267° ist sie 2,60 und bei $285^{\circ} = 2,625$; sie enthält dann schon etwas selenichte Säure. Die Selenensäure enthält immer Wasser, doch ist dessen Menge sehr schwer zu bestimmen, da sie schon bei 280° anfängt sich zu zersetzen: eine Säure, welche man über 280° erhitzt hat und welcher man die Quantität selenichter Säure, welche sie enthalten konnte, entzogen hatte, enthielt 84,21 Selenensäure und 15,75 Wasser. Wenn der Sauerstoff des Wassers sich zu dem der Säure wie 1 zu 3 verhält, so müßten 100 Thl Säure 87,62 trockne Säure und 12,38 Wasser enthalten. So viel ist gewiß, daß die Selenensäure noch eher anfängt sich zu zersetzen, als sie die letzten Theile des enthaltenen Wassers fahren läßt. Sie verhält sich hierin, wie die Schwefelsäure, wenn diese schon sich bei 280° zersetzte; vorausgesetzt, daß diese Säure erst bei 320° Wasser genug verloren hat, um eine wasserhaltige Säure zu bilden, welche ähnlich den neutralen schwefelsauren Verbindungen zusammengesetzt ist. *)

Die Selenensäure hat eine große Verwandtschaft zum Wasser und erhitze sich mit demselben gleich der Schwefelsäure. Eben so wie Letztere verhält sie sich zum Schwefelwasserstoffgas; sie wird nicht davon zersetzt und man kann sich daher der Schwefelwasserstoffsäure bedienen, um das selenensaure Blei oder Kupfer zu zersetzen. Mit der Chlormasserstoffsäure verhält sie sich auf eine eigenthümliche Weise: wenn man die Mischung davon kocht, so bildet sich Chlor und selenichte Säure, und man kann Gold und Platin darin auflösen, wie in Königswasser. Löst man Zinn und Zink

*) Die Ähnlichkeit der Zusammensetzung besteht nämlich darin, daß, wenn man hierbei das Wasser als eine schwache Basis betrachtet, die beiden, gleichartigen Basen der neutralen schwefelsauren Salze ein Drittel der Sauerstoffmenge enthält, welche in der damit verbundenen Schwefelsäure enthält. M. u. C.

der Selenflure auf, so entblüdet sich Wasserstoffgas, beim Auflösen von Kupfer bildet sich selenichte Säure; sie löst sich Gold, aber nicht Platin auf. Die schwefelichte Säure wirkt gar nicht auf die Selenflure, während sie die selenichte Säure leicht reduziert. Will man daher das Selenium aus der Selenflureauflösung erhalten, so muß man dieselbe, ehe man die schwefelichte Säure damit zusammen bringt, mit Chlorwasserstoffsäure zu kochen anfangen. —

Die Selenflure steht in ihrer Verwandtschaft zu den Säuren der Schwefelsäure wenig nach; so wird zum Beispiel die selenflure von der Schwefelsäure nicht vollständig zersetzt; sie gehört also zu den stärksten Säuren. Ihre Verbindungen sind mit denen der Schwefelsäure isomorph und haben sowohl dieselben Krystallgestalten als die nämlichen chemischen Eigenschaften und man gewahrt deshalb an ihnen die Erscheinungen der schwefelsauren Verbindungen nur mit sehr leichten aber auch sehr interessanten Abänderungen.

216. Bereitung. Man stellt sie leicht dar, indem man salpetersaures Kali oder Natron mit Selen, selenichter Säure, einem Selenmetall oder einem selenichtsauren Salz kochen schmilzt. Man bedient sich hierzu vorzugsweise des Selenbleies, da man dieß bisher in der größten Quantität gefunden hat; doch ist es sehr schwierig die Selenflure aus dieser Metallverbindung rein darzustellen, da sie gewöhnlich mit Schwefelmetallen begleitet ist. Man behandelt die Metallverbindung, so wie man solche aus der Erde erhält, mit einer Salzsäure, um die kohlensauren Verbindungen aufzulösen; der Rückstand, der ohngefähr ein Drittheil der ganzen Masse ausmacht, wird mit einer gleichen Gewichtsmenge salpetersaurem Natron gemengt und portionenweise in einen abziehenden Schmelztiegel geworfen; das Blei wird oxydirt und das Selen verwandelt sich in Selenflure, die sich mit dem Natron verbindet. Die geschmolzene Masse wird nun mit siedendem Wasser behandelt, welches nur das selenflure, salpetersaure und untersalpetersaure Natron auflöst. Der wohl ausgewaschene Rückstand enthält dann kein Selen mehr. Man läßt die Auflösung schnell kochen, und während dieser Operation scheidet sich das wasserfreie selenflure Na-

tron aus; läßt man dann die Auflösung erkalten, so schießt das salpetersaure Natron in Krystallen an. Bringt man dieselbe von Neuem zum Kochen, so erhält man eine frische Quantität des selenfauren Salzes und eben so wieder salpetersaures Natron beim Erkalten. Auf diese Weise fährt man fort, bis man alles selenfaure Natron erhalten hat. Mit dem schwefelsauren Natron hat dieses Salz die Eigenschaft gemein, bei einer Temperatur von ungefähr 33° C seinen größten Grad der Auflöslichkeit im Wasser zu haben; darüber und darunter löst es sich weniger leicht auf. Um es vollkommen rein darzustellen, muß man das untersalpetrichsaure Natron in salpetersaures verwandeln, indem man ihm Salpetersäure zusetzt. Da aber das Mineral Schwefelmetall enthält, so enthält das selenfaure Natron auch schwefelsaures Natron, welches man durch die Krystallisation nicht davon trennen kann. Alle Versuche, um die Selenensäure von der Schwefelsäure zu trennen, waren ohne Erfolg, so zum Beispiel das Kochen der Selenensäure, die etwas Schwefelsäure enthielt, mit selenfaurem Baryt oder Barythydrat. Selbst wenn man dem selenfauren Baryt nur die Hälfte der Schwefelsäure zusetzt, die zur Sättigung des in ihm enthaltenen Baryts nöthig ist, so wird man zwar einen großen Theil Selenensäure abscheiden, aber doch wird diese immer noch Schwefelsäure enthalten.

Man ist daher genöthigt das Selen aus dem frischbereiteten unreinen selenfauren Salz auszugiehen. Um dieß zu bewirken, mengt man es mit salzsaurem Ammoniak, und erhitzt es, wobei man Selen, Stickstoffgas und Wasser erhält. Dieses Selen ist rein; mittelst überschüssiger Salpetersäure verwandelt man es in selenichte Säure. Man sättigt die beiden Säuren mit kohlensaurem Natron, dampft das Gemenge aus selenichtsaurem und salpetersaurem Natron zur Trockne ab und setzt es der Rothglühhitze aus; es bildet sich dadurch wieder selenfaures Natron, das man auf die beschriebene Weise ausscheidet. Man löst dieses Salz im Wasser auf und zerlegt es durch salpetersaures Blei. Es bildet sich unauflösliches selenfaures Blei und auflösliches salpetersaures Natron. Der Niederschlag wird nun ausgewaschen, in Wasser wieder aufgeschlämmt und ein Strom Schwefelwas-

ferstoffgas durchgeleitet, welches unauflösliches Schwefelblei erzeugt und die Selenensäure frei macht. Diese wird nun filtrirt und hierauf mit Vorsicht abgedampft.

Mitscherlich erwähnt nicht, ob er die Abdampfung im leeren Raum versucht hat; sie würde wahrscheinlich gelingen. —

217. Zusammensetzung. Die trockne Selenensäure besteht aus:

1 At. Selen	= 495,91	oder	62,32
3 At. Sauerstoff	= 480,00		37,68
1 At. Selenensäure			100,00
Die wasserhaltige S		ithalten	
1 At. Selenensäure	1	er	87,61
2 At. Wasser	112,48		12,39
	3,39		100,00

Chlorselen.

(Synonyme. Franz. Chlorure de Sélénium.)

218. Es giebt zwei Verbindungen des Selen mit Chlor, eine feste und eine flüssige. Die erstere enthält mehr Chlor als die zweite, so wie man dieß auch bei den zwei Verbindungen des Chlors mit Jod, so wie Chlors mit Phosphor u. s. w. sieht. Beide sind leicht darzustellen. —

Selenchlorid.

(Deutochlorure de Sélénium.)

Läßt man Chlor über Selenium in einer Glasröhre streichen, so verbinden sich beide Substanzen unter Entwicklung von Wärme, und bilden dann eine starre, weiße und flüchtige Masse. Ihr Dampf ist gelb; er verdichtet sich beim Erkalten in kleinen Krystallen. Dieses Chlorselen ist in Wasser löslich, wobei Wärme frei wird; der Flüssigkeit theilt es einen stark sauren Geschmack mit.

Es zersetzt das Wasser und verwandelt sich dann in Chlornasserstoffsäure und selenichte Säure, welche aufgelöst bleiben.

Es besteht aus:

1 At. Selen	=	495,91	oder	35,84
4 At. Chlor	=	884,00		64,16
		1379,91		100,00

Selenchlorür.

(Protochlorure de Sélénium.)

Man erhält dieß aus dem eben beschriebenen Selenchlorid. Erhitzt man diese Verbindung mit Selen, so bildet sich ein öliger Körper von bräunlichgelber Farbe, der durchscheinend und flüchtig ist. Dieser Körper zerfällt langsam im Wasser, indem sich dieses mit Chlorwasserstoffsäure und selenichter Säure schwängert, wobei sich aber Selen abscheidet.

Das Selenchlorür scheint viermal so viel Selen als das Selenchlorid bei gleicher Chlormenge zu enthalten.

Bromselen.

(Synonyme. Franz. Bromure de Sélénium.)

219. Das Brom scheint mit dem Selen verschiedene Verbindungen zu bilden, welche Serullas entdeckt und untersucht hat; er glaubte zu bemerken daß die beständigste Verbindung aus einem Theil Selen auf fünf Theile Brom besteht. Um diese Bromverbindungen zu bereiten, pulverisirt man das Selen und thut es in eine Röhre, welche Brom enthält. Die Verbindung geht unter Entwicklung von Wärme und Zischen vor sich, jedoch ohne Lichtentwicklung.

Das Bromselen ist starr, rothbraun, es raucht an der Luft und giebt einen Geruch wie Chlorschwefel von sich. Es zerfällt das Wasser und geht dann in Bromwasserstoffsäure und selenichte Säure über. Wenn es einen Überschuss von Brom oder Selen enthält, so werden diese Stoffe frei. Hieraus sieht man, daß das Bromselen vollkommen dem Chlorselen gleicht, und daß es wie dieses besteht aus

1 Atom Selen	=	495,91	oder	79,0
4 Atom Brom	=	1865,60		21,0
		2361,51		100,0

the Farbe des Selen's umändert, obgleich er die Durchsichtigkeit desselben vermehrt. Es reicht dieß ebenfalls hin, um dem Selen die Eigenschaft sich zu verdicken mitzutheilen, wenn man es einer starken Hitze aussetzt; dagegen macht aber auch eine Beimischung von Schwefel dasselbe schon bei einer niedrigeren Temperatur schmelzbar.

Selenhaltigen Schwefel fand man an verschiedenen Orten, aber immer auf vulkanischem Boden. Auch hier liegt, wie beim Chlor, Jod und Brom die Bemerkung nahe, daß Stoffe, die Ähnlichkeit in ihrem chemischen Verhalten untereinander haben, auch sehr häufig unter gleichen Lagerungsverhältnissen vorkommen und in der Natur oft gemengt und mit einander verbunden gefunden werden.

Es ist wahrscheinlich, daß das Selen oft das Schwefeleisen im Maximum (Schwefellies) begleitet. Wenn man seine Gegenwart nicht immer bemerkt, so rührt dieß daher, daß es in zu geringer Menge vorhanden ist, um sich auf andere Weise, als bei der Gewinnung im Großen, zu erkennen zu geben. Unter diesen Umständen hat man das Selen in der in Böhmen und England fabrizirten rauchenden Schwefelsäure erkannt, *) die aus schwefelsaurem Eisen bereitet wird, welches von dem verwitterten natürlichen Schwefeleisen herrührt. (121.)

*) Man kann das in der rauchenden Schwefelsäure aufgelöste Selen abscheiden, wenn man dieselbe mit der doppelten Gewichtsmenge Wassers verdünnt. Das in der verdünnten Säure nicht mehr auflöbliche Selen wird als röthlichbrauner Niederschlag gefällt und kann nun gesammelt werden. Operirt man nicht mit sehr großen Mengen rauchender Säure, so erhält man nur äußerst wenig Selen. H. v. G.

Capitel IX.

Phosphor. — Phosphorwasserstoffgas im Minimum und im Maximum. — Phosphoroxyd, Phosphorsäure, phosphorichte Säure, Unterphosphorsäure und unterphosphorichte Säure. — Chlorphosphor, Bromphosphor, Jodphosphor und Schwefelphosphor.

221. Der Phosphor ist bekanntlich ein sehr entzündlicher Körper; diesen Namen gaben die alten Chemiker jedem Körper, der fähig war, leuchtend zu werden, ohne daß man ihn zu erhizen brauchte. Unter allen ihren sogenannten Phosphoren, ist der, welcher den Namen beibehielt, der einzige, der wirklich die Eigenschaften eines einfachen Stoff's hat; alle Übrigen sind sehr mannichfache Verbindungen, deren Zahl sich noch jeden Tag vermehren kann. Wir verstehen heutiges Tags unter Phosphor einen einfachen Körper, der in einiger Beziehung dem Schwefel und Selen gleicht, der aber auch wieder in anderer Hinsicht wesentlich davon abweicht, und besonders durch seine große Brennbarkeit, denn er verbrennt schon bei der gewöhnlichen Temperatur in der Luft. Seine Entdeckung datirt sich vom Jahr 1677 und war die Frucht von anhaltenden Untersuchungen eines Alchemisten jener Zeit. Jetzt wissen wir, daß sich im faulenden Harn ein phosphorsaures Doppelsalz aus Ammoniak und Natron findet, welches in der Glühhitze durch die Kohlen zersetzt wird, so daß das Ammoniak in seine Bestandtheile zerfällt oder entweicht, während der mit ihm verbundene Antheil Phosphorsäure sich, unter Einfluß des Kohlenstoff's, in Kohlenoxyd und Phosphor verwandelt.

Durch ein geeignetes Verfahren kann man den Phosphor aus dem Harn ausziehen, doch ist dieß so schwierig, daß man selbst heut zu Tage Mühe haben würde, es auszuführen, obgleich man jetzt völlig vertraut ist mit den verschiedenen Wirkungen, welche die in dem Harn enthaltenen Stoffe bei ihrer wechselseitigen Berührung hervorbringen müssen. Es läßt sich deshalb erklären, wie die Bereitung des Phosphors seit seiner Entdeckung im Jahr 1677 bis zum Jahr 1737 fortwährend geheim bleiben konnte. Man wußte wohl, daß er aus dem Urin ausgezogen wurde, aber Allen, welche seine Bereitung versuchten, mißlang dieselbe vollkommen, so daß sie, statt Phosphor sammeln zu können, kaum so viel bekamen, um ihn in den Vorlagen brennen zu sehen.* Kaum würde man sich erklären können, wie die Alchimisten jener Zeit diesen Körper erhielten, wüßte man nicht, daß sie gerade im Urin das geistige Agens zu finden hofften, das sie für nöthig zur Verwandlung der Metalle hielten. Runkel, der dem Phosphor seinen Namen gab, pflegte zu sagen: daß, wüßte man den Werth des Urins zu schätzen, man einen einzigen Tropfen, der verloren gieng, beklagen würde. Daher ist es nicht zu verwundern, daß die Alchimisten, bei diesem Glauben an die Produkte des Harns, practische Beobachtungen machten, welche geeignet waren, sie in ihren Manipulationen mit ziemlicher Sicherheit auf diesen Stoff zu leiten.

222. Folgendes ist die Geschichte der Entdeckung dieses eigenthümlichen Körpers. Brandt, ein Hamburger Bürger, beschäftigte sich seit mehreren Jahren mit mühsamen Untersuchungen über den Urin, in der Hoffnung, das geheimnißvolle Agens zu finden, das die Metalle in Gold verwandeln sollte. Wie Andere seines Gleichen fand er nicht, was er suchte, glücklicher jedoch als sie, erhielt er, was er nicht suchte. Er entdeckte den Phosphor, und wenn auch dieser Erfolg seiner Versuche nicht viel zur Verbesserung seiner Vermögensumstände beitrug, so wurde doch wenigstens sein Name der Nachwelt aufbewahrt, eine Belohnung, die vielen vielleicht geschicktern, aber weniger als er vom Zufall begünstigten Alchimisten nicht zu Theil wurde. Er theilte Runkel seine Entdeckung mit; dieser kam hierauf nach Hamburg

und bewog Kraft, einen seiner Freunde, sich auch dahin zu begeben, in der Hoffnung, daß sie vielleicht vereinigt in Brandt's Geheimniß eindringen könnten. Kraft begab sich auch wirklich dahin; aber ohne Kunkel nur zu sehen, handelte er für sich allein und kaufte vom Erfinder das ganze Verfahren um 200 Reichsthaler, unter der ausdrücklichen Bedingung, daß er es Kunkel niemals mittheilen dürfte.

Kunkel ward durch diese Treulosigkeit sehr aufgebracht und begab sich nach Hause nach Wittenberg; er unterwarf nun den Harn so vielen eignen Untersuchungen, daß es ihm gelang, wirklich Phosphor daraus zu erhalten, ja er bekam ihn sogar reiner als Brandt. Er fuhr fort, diesen Stoff zu bereiten, der von nun an unter dem Namen Kunkel's Phosphor bekannt wurde.

Auch der berühmte Boyle in England, der Phosphor in Kraft's Händen gesehen hatte und wußte, daß man ihn aus einem im menschlichen Körper vorkommenden Stoff bereite, stellte eine Reihe von Versuchen an, mittelst welcher er, nach Verlauf eines Jahres, dahin gelangte, ebenfalls Phosphor darzustellen. Er theilte sein Verfahren Godfrey Hanke mit, der nach Boyle's und Kunkel's Tod viele Jahre lang allein im Besitz des Handels mit dieser Substanz war, die noch immer ausnehmend selten blieb und nur in den reichen Sammlungen der damaligen Zeit aufbewahrt wurde.

So viele Versuche man auch anstellte, so gelangte doch Niemand dahin, ein sicheres und in seinen Erfolgen gleichbleibendes Verfahren anzugeben. Endlich kam im Jahr 1737 ein Fremder nach Paris und verkaufte der Regierung eine Verfahrensart, das Hellot auszuführen und zu untersuchen beauftragt wurde. Er that dieß auch in Verbindung mit Geoffroy, Dufay und Duhamel. Das Verfahren gelang und die Beschreibung davon wurde in den *Memoires de l'académie* vom Jahr 1737 öffentlich bekannt gemacht. Um sich einen Begriff von den Schwierigkeiten dieser Verfahrensart zu machen, bedarf es bloß der Bemerkung, daß man aus fünf Fässern (jedes von ungefähr 288 Kannen oder Maas) Urin, nach der langweiligsten und mühsamsten Arbeit, 38 Pfund Rückstand durch die Abdampfung erhielt, woraus

nach vierniallger Destillation, höchstens vier Unzen Phosphor gewonnen wurden.

In der Folge brachte man an diesem Verfahren einige Verbesserungen an; es wurde dieses aber bald ganz und gar verlassen, da Scheele und Gahn die Gegenwart der Phosphorsäure in großer Menge in den Knochen aller Thiere entdeckten. Aus diesen bereitet man nun heut zu Tage den Phosphor.

Phosphor.

(Synonyme. Lat. Phosphorus. Franz. Phosphore.)

225. Eigenschaften. Der Phosphor ist bei gewöhnlicher Temperatur ein fester Körper; er ist in reinem Zustande geschmacklos, weil er in Wasser unlöslich ist; seine Auflösungen schmecken etwas knoblauchartig. Er ist so biegsam, daß man eine Stange sieben oder achtmal in entgegengesetzter Richtung biegen kann, ohne daß solche bräche. Ein Zusatz von 24 Schwefel reicht schon hin, um ihn zerbrechlich zu machen. Mit allen schneidenden Werkzeugen kann man ihn ohne Schwierigkeit theilen; selbst durch die Finger und Nägel wird er leicht gerist. Sein Geruch ist schwach; er erinnert an den Geruch des Knoblauchs oder des unreinen Wasserstoffgases. Ist ist der Phosphor durchscheinend und farblos; zuweilen ist er gelblich, zuweilen auch gelblich und durchscheinend, wie Horn. Mehrmals destillirt und folglich in sehr reinem Zustande, erlangt er die sonderbare Eigenschaft durch plötzliches Erfalten schwarz zu werden. Um diese Erscheinung zu sehen, muß man den Phosphor bei 60 oder 70° schmelzen; theilt man hierauf denselben in zwei Theile und läßt den einen davon langsam erkalten, so behält er seine Durchsichtigkeit und bernstein-ähnliche Farbe; der andre hingegen wird sogleich schwarz werden, wenn man ihn schnell in kaltes Wasser wirft. Man kann diese Farbe nach Belieben verschwinden und wieder erscheinen machen, wenn man ihn auf die eben beschriebene Weise schmilzt und schnell wieder in Wasser taucht. Lhönard beobachtete diese Eigenschaft zuerst.

Die Dichtigkeit des Phosphors ist 1,77. In der Wärme schmilzt er leicht und fängt schon bei ungefähr 43°C . flüssig zu werden. Ist er völlig geschmolzen und läßt man ihn dann ruhig erkalten, ohne ihn zu bewegen, so fängt er erst bei 57° oder 88°C . an zu erstarren; dann aber wird er schnell fest, während das Thermometer plötzlich wieder auf 42 oder 43°C . steigt. In stärkerer Hitze vermandelt er sich in Dampf; dieser fängt jedoch schon bei einer niedrigeren Temperatur an sich zu bilden; unter dem gewöhnlichen Luftdruck geräth der Phosphor eigentlich erst bei 290°C . ins Kochen und behält diese Temperatur auch in reinem Zustande bis zur völligen Verdampfung bei.

Die Destillation des Phosphors erfordert besondere Vorsichtsmaßregeln, wegen der merkwürdigen Begierde, sich in Berührung mit der Luft bei erhöhter Temperatur zu entzünden. Man kann diese Operation auf verschiedene Weise vornehmen. Die erstere besteht darin, daß man den Phosphor in eine kleine Retorte thut, deren Hals in Wasser getaucht wird, das man in einer Temperatur von 60 bis 80°C . erhält. Hierauf erhitzt man den Bauch der Retorte; der Phosphor wird verflüchtigt, verdichtet sich wieder im Wasser und fällt in dem mit Wasser gefüllten Gefäß zu Boden. Man muß sehr sorgfältig zu Werke gehen, um diese Operation auszuführen; übrigens wendet man sie auch nur selten an. Wenn die Retorte erkaltet, kann leicht Wasser in sie treten; sie würde dann zerspringen und der Phosphor könnte auf den Operateur geworfen werden, der Gefahr liefe, schrecklich davon verbrannt zu werden. Es ist daher besser eine mehrmals gekrümmte Röhre anzuwenden, in welche man kohlen-saures oder trocknes Wasserstoffgas einströmen läßt. Der Phosphor wird in die erste Krümmung der Röhre gebracht und hier erwärmt, die darauf folgende Krümmung dient dann als Recipient. Ist die Destillation vollendet, so bricht man die Röhre entzwei und trennt so den Theil, der den destillirten Phosphor enthält, nachdem man etwas Wasser auf ihn gegossen hat. Man schmilzt den Phosphor und formt ihn auf die gewöhnliche Weise. Selten hat man eine große

Quantität destillirten Phosphors nöthig; Abrigens ist die Verfahren stets dem erstern vorzuziehen.

224. Bei gewöhnlicher Temperatur brennt der Phosphor langsam in der Luft. Er wird darin sogleich leuchtend und verbreitet saure Dämpfe, welche nichts anders als Pyrophosphorsäure sind. Diese langsame Verbrennung gleicht in eine sehr lebhaftere über, wobei dann Phosphorsäure erzeugt wird. Zu dem Ende reicht es schon hin die Temperatur des Phosphors nur durch die Berührung mit der Heerde etwas zu erhöhen, oder indem man mehrere Stücke Phosphor neben einander in die Luft legt; im Sommer aber schon ein der Luft ausgesetztes Stück hierzu hinreichen. Es ist deshalb durchaus nothwendig, den Phosphor, während man ihn anfacht, unter Wasser liegen zu lassen; soll er alsdenn aus demselben herausgenommen werden, so muß man vermeiden, ihn zu berühren, oder ihn von Zeit zu Zeit wieder ins Wasser tauchen, um ihn kalt zu halten; bei Versuch muß man sich besonders hüten, mehrere Stücke dicht neben einander an der Luft liegen zu lassen.

Hieraus ergiebt sich natürlich, daß man den Phosphor nur in einer nicht Sauerstoff haltigen Gasart oder im Wasser aufbewahren kann. Letztere Aufbewahrungsart wenn man als die bequemste vorzugsweise an. Man bringt den Phosphorstängel in eine Flasche mit eingeriebenem Glasstopfen und füllt sie mit ausgekochten Wasser an. Ist Luft oder Wasser in der Flasche geblieben, so erzeugt sich bei Unterphosphorsäure, welche im Wasser aufgelöst bleibt. Wenn die Flasche den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so bedeckt sich der Phosphor mit einer dicken, undurchsichtigen, pomeranzefarbigten Kruste: dieß ist rothes Phosphororyd. Wenn nur indirektes Sonnenlicht oder zerstreutes Licht den Phosphor trifft, so wird er gleichfalls auf seiner Oberfläche undurchsichtig, allein die gebildete Haut ist dann weiß und besteht aus Phosphororydhydrat. Verwahrt man die Flasche vor dem Einfluß des Lichts ganz, so behält der Phosphor seine Durchsichtigkeit unbestimmte Zeit. Ich erhielt ihn mehrere Jahre lang unverändert.

Bogel sah den Phosphor auch im leeren Raum, in Endgas und Wasserstoffgas unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen roth werden; dieß wurde beweisen, daß die eben erwähnte Veränderung nicht des Zutritts der Luft bedarf, und daß dieselbe wahrscheinlich durch die Zersetzung des Wassers bewirkt wird.

Diese Umstände beweisen, wie schwierig es ist, Phosphor aufzubewahren, ohne daß sich nicht etwas Dryd daran bildet; auch bleibt beim jedesmaligen Destilliren ein um so viel reicherer rother fluidus, als der Phosphor längere Zeit den verschiedenen eben erwähnten Einflüssen ausgesetzt war.

225. *Vereitigung.* Wir wollen nichts von dem alten Verfahren erwähnen, da es längst nicht mehr gebräuchlich ist. Die heut zu Tage allgemein angewendete Vereitigungsmethode gründet sich auf die Anwesenheit einer beträchtlichen Menge basisch phosphorsauren Kalks in den Knochen und aus diesem Salz gewinnt man nun den Phosphor. Zu diesem Ende behandelt man es mit Schwefelsäure und verwandelt es so in sauren phosphorsauren Kalk, welchen man mit Kohle mengt und in einer Retorte von Steingut calcinirt. Die überschüssige Säure zersetzt sich, theilt ihren Sauerstoff der Kohle mit, die sich in Kohlenoxyd verwandelt, während der freigewordene Phosphor sich in dem Recipienten verdichtet. Die Theorie dieser Operation ist sehr einfach, nicht so ihre Ausföhrung; es sind hierbei verschiedene Vorsichtsmaassregeln zu beobachten, die wir sogleich angeben wollen.

Die Knochen, welche man gewöhnlich dazu anwendet, sind von Ochsen, Schafen oder Pferden. Sie enthalten ausser dem basisch phosphorsauren Kalk auch kohlensauren Kalk und noch einige andre Salze in unbedeutender Menge, ausserdem aber auch 50 Prozent thierische Stoffe, die man zuerst zerklören muß; man erreicht dieß durch die Verbrennung. Zu dem Endzweck macht man in einem großen Reverberiröfen Feuer und wirft zuerst nur einige Knochen durch die Öffnung des Ofengewölbes. Sind diese wohl angebrannt, so fügt man neue hinzu und fährt so fort, bis der Ofen halb voll ist. Man bewirkt zugleich einen starken Zug, indem man ein Rohr auf die Kuppel setzt und dieses in den Schornstein

gehen läßt. Ist der Apparat so vorgerichtet, so geht die Operation ohne weiteres Zuthun vor sich. Die kalzinirten Knochen nimmt man unten durch die Thüre des Feuerheerds heraus und bringt neue durch die Öffnung der Kuppel hinein. Doch muß man vorsichtig seyn und nicht eine zu große Menge auf einmal hinein bringen, so wie auch das Aschenloch rein halten, damit die Verbrennung vollständig Statt finde und die entwickelten Gase die Umgebungen nicht belästigen können. Man sieht, daß diese Operation keine große Ausgabe erfordert; die angewendeten Knochen liefern selbst das nöthige Material zum Brennen.

Durch die Kalzination werden die Knochen zuerst schwarz, weil der Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff der thierischen Substanz nicht allen Kohlenstoff bei ihrem Entweichen mitnehmen können. Es dauert lange Zeit bis diese in der Knochenmasse abgesezte Kohle bis zum Mittelpunkte derselben verbrennt. Sollten zu viele schwarze Theile noch in den Knochen beim Herausnehmen sichtbar seyn, so muß man sie von Neuem in den Ofen thun.

226. Nach beendigten Brennen pulverisirt man die Knochen, siebt das Pulver, theilt es in Portionen zu sechs Kilogramm ab und thut diese in eben so viele hölzerne Kübel. Man fügt dem Pulver eine hinlängliche Menge Wasser zu, um einen dünnen Brei zu bekommen und gießt dann unter stetem Umrühren mit einem hölzernen Spatel, nach und nach vier oder fünf Kilogramm concentrirte Schwefelsäure dazu. Es wird dabei viele Wärme entwickelt, der zersetzte kohlensaure Kalk läßt Kohlensäure frei werden, der basisch phosphorsaure Kalk giebt einen Theil seiner Basis an die Schwefelsäure ab und es bleibt demnach im Kübel ein Gemenge von schwefelsaurem Kalk, saurem phosphorsaurem Kalk und überschüssiger Schwefelsäure. Wenn man die Masse nicht beständig umrührt, so bädert der schwefelsaure Kalk zusammen und bildet große Klumpen, welche einen Theil des phosphorsauren Kalks der Einwirkung der Schwefelsäure entziehen würden. Wenn die Masse anfängt zu erkalten, so wird sie immer dicker und würde selbst ganz hart und fest werden, wenn man nicht schnell ohngefähr zwanzig Liter Wasser da-

zu göße. Man läßt das Gemenge 24 Stunden ruhig stehen, damit die Säure Zeit gewinne, auf allen Punkte einzurirken. Nach Verlauf dieser Zeit füllt man den Kessel mit siedendem Wasser, thut das Ganze auf ein Tuch und preßt den festen Rückstand aus; so erhält man ein erstes Waschwasser. Man verdünnt jetzt den Rückstand mit einer frischen Portion siedenden Wasser's, bringt ihn von neuem auf's Tuch, drückt ihn wie vorher wieder aus und hat auf diese Weise ein zweites Waschwasser. Endlich wiederholt man die ganze Operation zum dritten Mal: der Rückstand muß dann gleichmädig seyn und kann nicht mehr als schwaches Wasser werden, denn er enthält nichts weiter als schwaches Wasser. Das erste Waschwasser wird besonders bei dem ersten Waschen und dampft die flüchtigen Theile ab; das zweite und dritte dienen dazu, um die übrigen Theile abzuwaschen. Man nimmt einen neuen Kessel vorzunehmen, Waschung und zwar die letzte. Man fährt man von Kessel zu Kessel, so daß das erste Wasser abdampft, das zweite aber zu dem ersten beiden Waschungen hinzukommt, und so weiter, bis der Kessel nur noch aus Wasser besteht.

227. Die Waschwasser sind saure, phosphorsaure, sauren Kalk, Schwefelsäure und schwefelsauren Kalk. Letzterer, der wegen des vielen angewendeten Wassers, und weil der Überschuß an Säure seine Auflösung erleichtert, in ziemlicher Menge vorhanden ist, muß nun zuerst entfernt werden. Man erreicht diesen Zweck, indem man die Flüssigkeit in einem bleiernen oder kupfernen Kessel beinahe bis zur Trockne abdampft. Der schwefelsaure Kalk schießt in seidenartigen Nadeln an. Man gießt hierauf das drei- oder vierfache Volumen des Rückstands an Wasser hinzu, kocht die Masse und bringt sie auf das Filtrum. Der schwefelsaure Kalk bleibt dann beinahe ganz auf dem Filtrum zurück. Die neue Flüssigkeit besteht aus saurem, phosphorsaurem Kalk, der fast rein ist oder nur freie Schwefelsäure enthält.

Man dampft sie nun von Neuem bis zur Syrupconsistenz ab und bringt sie dann in einen kupfernen Kessel, dessen Boden außen mit Thon beschlagen ist. Man setzt den vierten Theil ihres Gewichts geglähte Kohle oder solche, wel-

gehen läßt. Ist der Apparat so vorgerichtet, so geht die Operation ohne weiteres Zuthun vor sich. Die kalzinirten Knochen nimmt man unten durch die Thüre des Feuerheerds heraus und bringt neue durch die Öffnung der Kuppel hinein. Doch muß man vorsichtig seyn und nicht eine zu große Menge auf einmal hinein bringen, so wie auch das Aschenloch rein halten, damit die Verbrennung vollständig Statt finde und die entwickelten Gase die Umgebungen nicht belästigen können. Man sieht, daß diese Operation keine große Ausgabe erfordert; die angewendeten Knochen liefern selbst das nöthige Material zum Brennen.

Durch die Kalzination werden die Knochen zuerst schwarz, weil der Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff der thierischen Substanz nicht allen Kohlenstoff bei ihrem Entweichen mitnehmen können. Es dauert lange Zeit bis diese in der Knochenmasse abgesetzte Kohle bis zum Mittelpunkte derselben verbrennt. Sollten zu viele schwarze Theile noch in den Knochen beim Herausnehmen sichtbar seyn, so muß man sie von Neuem in den Ofen thun.

226. Nach beendigtem Brennen pulverisirt man die Knochen, siebt das Pulver, theilt es in Portionen zu sechs Kilogramm ab und thut diese in eben so viele hölzerne Kübel. Man fügt dem Pulver eine hinlängliche Menge Wasser zu, um einen dünnen Brei zu bekommen und gießt dann unter stetem Umrühren mit einem hölzernen Spatel, nach und nach vier oder fünf Kilogramm concentrirte Schwefelsäure dazu. Es wird dabei viele Wärme entwickelt, der zersetzte kohlensaure Kalk läßt Kohlensäure frei werden, der basisch phosphorsaure Kalk giebt einen Theil seiner Basis an die Schwefelsäure ab und es bleibt demnach im Kübel ein Gemenge von schwefelsaurem Kalk, saurem phosphorsaurem Kalk und überschüssiger Schwefelsäure. Wenn man die Masse nicht beständig umrührt, so bückt der schwefelsaure Kalk zusammen und bildet große Klumpen, welche einen Theil des phosphorsauren Kalks der Einwirkung der Schwefelsäure entziehen würden. Wenn die Masse anfängt zu erkalten, so wird sie immer dicker und würde selbst ganz hart werden, wenn man nicht schnell ohngefähr

1 göße. Man läßt das Gemenge 24 Stunden ruhig stehen, damit die Säure Zeit gewinne, auf allen Punkten einzuwir-
 n. Nach Verlauf dieser Zeit füllt man den Kübel mit sie-
 endem Wasser, thut das Ganze auf ein Tuch und preßt
 en festen Rückstand aus; so erhält man ein erstes Waschwasser. Man verdünnt jetzt den Rückstand mit einer frischen
 portion siedenden Wasser's, bringt ihn von neuem auf's
 Tuch, drückt ihn wie vorher wieder aus und hat auf diese
 Weise ein zweites Waschwasser. Endlich wiederholt man die
 ganze Operation zum dritten Mal; der Rückstand muß dann
 eichmaßlos seyn und kann weggeworfen werden, denn er
 nthält nichts weiter als schwefelsauren Kalk. Das erste Waschwasser wird besonders bei Seite gestellt, man läßt es sich ab-
 eßen und dampft die klare Flüssigkeit ab; das zweite und
 dritte dienen dazu, um die zwei ersten Waschungen in einem
 neuen Kübel vorzunehmen, für welchen man also nur eine
 Waschung und zwar die letzte mit reinem Wasser macht. So
 ihrt man von Kübel zu Kübel fort, indem man immer das
 ste Wasser abdampft, das zweite und dritte aber zu den
 sten beiden Waschungen des folgenden Kübels aufhebt.

227. Die Waschwasser enthalten sauren, phosphorsauren
 n Kalk, Schwefelsäure und schwefelsauren Kalk. Letzterer,
 r wegen des vielen angewendeten Wassers, und weil der
 berschuß an Säure seine Auflösung erleichtert, in ziemlicher
 enge vorhanden ist, muß nun zuerst entfernt werden. Man
 eicht diesen Zweck, indem man die Flüssigkeit in einem
 iernen oder kupfernen Kessel beinahe bis zur Trockne ab-
 pft. Der schwefelsaure Kalk schießt in seidenartigen Ma-
 an. Man gießt hierauf das drei- oder vierfache Volum
 Rückstands an Wasser hinzu, kocht die Masse und bringt
 uf das Filtrum. Der schwefelsaure Kalk bleibt dann
 he ganz auf dem Filtrum zurück. Die neue Flüssig-
 steht aus saurem, phosphorsaurem Kalk, der fast rein
 r nur freie Schwefelsäure enthält.

Man dampft sie nun von Neuem bis zur Syrruse-
 Konsistenz ab und gießt sie dann in einen kupfernen Kessel, der
 beschlagen ist. Man setzt den Kessel auf ein
 eglühte Kohle oder solche, =

che aus dem Ofen der Bäcker kommt und vorher pulverist worden, hinzu; man mengt und erhitzt hierauf die Masse gut bis der Boden des Kessels rothglühend wird. Der Thonbeschlag hat den Zweck, den Kessel gegen Drydation zu schützen, übrigens könnte statt des kupfernen Kessels auch ein gußeiserner angewendet werden. Der größte Theil des Wasser's verdampft und die freie Schwefelsäure, wenn weld übrig blieb, wird verflüchtigt und von der Kohle zersetzt.

228. Dieß letztere Gemenge wird nun zur Ausziehung des Phosphors angewendet. Es besteht aus saurem phosphorsaurem Kalk, Kohle und Wasser; denn trotz der angewendeten hohen Temperatur hält die Kohle und das saure phosphorsaure Salz noch Feuchtigkeit zurück. Erhitzt man das Gemenge bis zum Weißglühen, so verwandelt sich das saure phosphorsaure Kalk in neutralen phosphorsäuren, während der Überschuss an Säure durch die Kohle in Phosphor umgewandelt wird. Die Gegenwart des Wasser's verursacht außerdem noch einige zufällige Erscheinungen, welche wir beschreiben wollen. Es muß hinsichtlich dieses Gemenges bemerkt werden, daß die ersten Chemiker, die sich desselben bedienten, der Meinung waren, die Phosphorsäure befände sich darin in reinem Zustande und habe allen ihren Kalkgehalt an die Schwefelsäure abgegeben. Später fanden Fourcroy und Vauquelin, daß aus dem basischen Salz nur saures phosphorsaures geworden sey; man wurde deshalb zu dem Schlusse veranlaßt, daß es gut seyn würde, eine größere Menge Schwefelsäure anzuwenden, um so den gebrannten Knochen mehr Kalk zu entziehen und den Verlust der Säure zu vermeiden, die im neutralen phosphorsäuren Salze zurück bleibt. Diese Meinung wurde von Javal widerlegt, welcher sich überzeugte, daß die reine Phosphorsäure mit Kohle gemengt, nur wenig oder keinen Phosphor giebt. Sie verflüchtigt sich schon bei einer Temperatur, die niedriger ist, als die zu ihrer Zersetzung erforderliche und entgeht so dem Einfluß der Kohle; ein phosphorsaurer Kalk, der zu viel Säure enthält, ist also auch aus demselben Grunde nicht anwendbar, denn ein Theil der Säure sublimirt sich schon unter der zur Reaction der Kohle nothwendigen Tempera-

ter. So hatte der Zufall den Chemikern, welche sich zuerst mit dieser Operation beschäftigten, einen größern Dienst geleistet, als sie dachten. Javal machte sogar den Vorschlag, die Menge der Schwefelsäure zu vermindern, statt sie zu vermehren, allein die Resultate der Fabrication im Großen ließen diese Vorsicht unnütz.

229. Auf die Einrichtung des Apparats muß viel Sorgfalt verwendet werden. Man bringt das Gemenge, welches von drei Behandlungen der kalcinirten Knochen, jede zu 6 Kilogrammen, herrührt in eine Retorte von Steingut, so daß ungeachtet der Junsttheile voll werden. Diese Retorte muß besonders ausgewählt und von sehr feuerfestem Steingut seyn, muß ferner mit der größten Vorsicht mit Thon beschlagen werden und zwar ziemlich lange vor dem Gebrauch, damit der Beschlag gehörig nachwachsen kann. Man bringt sie in einen großen Reverberirofen, (Tafel 7. Fig. 8.) befestigt an ihren Hals eine weite kupferne Röhre (a), welche gebogen ist und bis zum Boden eines zur Hälfte mit Wasser gefüllten Glases reicht. Dieß Glas wird durch einen Stöpsel verschlossen, durch welchen die Röhre läuft; es ist in demselben noch außerdem eine gerade drei Fuß lange und wenigstens einen halben Zoll weite Röhre eingebracht, damit sich nicht während der Destillation der Phosphordampf zu sehr darin anhäufe und sie verstopfe.


Außerdem verkittet man sorgfältig mittelst eines erdigen Kitts die Stelle, wo der Retortenhals in das kupferne Rohr eingefügt ist. Zu diesem Ende bringt man zwischen beide Theile eines Spatels eine hinreichende Masse Kitt, um den Zwischenraum auszufüllen; dann macht man oben eine Lage Kitt darüber; ist diese trocken, so bringt man eine zweite darauf an, welche dazu dient, die Risse der ersten zu verstreichen, und so kann man selbst eine dritte darauf anbringen, wenn es nöthig seyn sollte. Eben so verkittet man alle Fugen des Ofens, um Luftströme zu vermeiden, welche den Zug hindern und außerdem selbst die Retorte zu zerspringen veranlassen könnten.

230. Ist der Kitt trocken, so zündet man Feuer im Hakenloch an und unterhält es darin drei Viertel Stunden oder eine Stunde lang. Man bringt das Feuer dann in

den Feuerplatz und wirft nach und nach brennende Kohle in den Ofen. Man muß ziemlich langsam hierbei zu Werke gehen, damit die Retorte wenigstens drei Stunden brannte, ehe sie vollkommen glüht; dabei giebt man immer fort Kohle zu bis der Ofen fast voll ist. Nun wirft man todte Kohlen durch die Kuppel und fährt damit beständig fort, ohne zu warten bis die Retorte entblößt wird, denn die Verabreichung der kalten Kohle könnte sie zersprengen. Je nach der Beschaffenheit des Zugs und der Geräumigkeit des Ofens muß man alle fünf, ja selbst alle zwei Minuten Kohlen hinzuschütten. Um den Zug zu vermehren bringt man auf der Kuppel ein fünf oder sechs Fuß langes Ofenrohr an, das in dem Schornstein emporragt. Sobald die Retorte zu glühen anfängt, entwickeln sich Gase; ihre Erzeugung dauert fort bis zur Beendigung der ganzen Operation und dient dazu, ihren Gang zu reguliren. Geht die Entwicklung zu rasch von statten, so schließt man das Register des Rohr's ein wenig; wird sie zu langsam, so lastet man den Rest des Feuerplatzes mit einem Eisenstab; hört sie ganz auf, so ist zu befürchten, daß die Retorte zersprungen ist. Um sich davon zu unterrichten, untersucht man zuerst den Kitt, der Retorte und Rohre zusammen hält; wird er lose, so hilft man nach, und wenn man kein Phosphoresziren um diesen Punkt bemerkt, außerdem auch das Feuer ziemlich lebhaft ist, so muß man das Ofenrohr wegnehmen und mit der Hand die Flamme, die zur Kuppel hinausschlägt, stark gegen sein Gesicht wehen, um zu bemerken, ob sie einen Phosphorgeruch hat. Ist dieß der Fall, so kann man sicher seyn, daß die Retorte zersprungen ist, und wenn die Operation noch nicht sehr weit vorgeschritten wäre, so ist es am passendsten, die in der Retorte befindliche Masse aufzubewahren, weil sie dann wieder bei einer folgenden Operation angewendet werden kann. Aus diesem Grunde schließt man die Kuppel mit einem Backstein, nimmt das Feuer heraus, bringt es in einen Kohlendämpfer und zerbricht die Retorte, sobald sie erkaltet ist; den Rückstand bringt man in eine neue Retorte und fängt nun wieder von vorne an. Die ganze Operation dauert 24 bis 30 Stunden. Achtzehn Kilogrammen

Knochenasche liefern, wenn sie gut geleitet wird, zwei Kilogrammen rohen Phosphor.

Die sehr reichlichen gasförmigen Produkte, die sich bilden, machen die Absorption während der ganzen Dauer der Destillation unmöglich, vorausgesetzt, daß das Feuer beständig unterhalten wird. Gegen das Ende vermeidet man sie, indem man das Glas, welches die Vorlage bildet, etwas senkt, so daß die Röhre nicht tiefer als einen Zoll im Wasser ist. Auf diese Weise bringt nach und nach die Luft wieder in die Retorte und die Abkühlung geschieht ruhig.

231. Setzt man an  eine geraden Röhre eine Wasserflasche bringt, so kann man die Gasarten, entbinden, auffangen und untersuchen. Man bemerken, daß, im Augenblick, wo die Retorte und Kohlenwasserstoffgas, sich Kohlenoxydgas und die Zersetzung des Wassers, welche augenscheinlich durch vier oder funfstündigem, der Kohle entstehen. Nach der Phosphor fängt an, es stellt die Natur der Gase, und man erhält Kohlenoxydgas und Phosphorwasserstoffgas. Wenn das letztere Gas sich entwickelt, so nimmt man an, daß Wasser in der Masse zurück blieb und daß die zersetzte Wasser Kohlenoxydgas und Phosphorwasserstoffgas giebt; aber der größte Theil des Kohlenoxydgases ruht von der Zersetzung der Phosphorsäure selbst her. Diese beiden letzten Gasarten fahren fort, sich während der ganzen Dauer der Operation zu erzeugen. Es wäre nicht ohne Nutzen, zu untersuchen, ob das entzündliche Gas, das sich bildet, auch wirklich Phosphorwasserstoffgas ist, wie man behauptet, oder ob es nicht bloß mit Phosphordampf gesättigtes Kohlenoxydgas ist, welche Beimischung auch hinreichen würde, es bei der Berührung mit der Luft zu entzünden. Ein sehr beträchtlicher Antheil Phosphor entweicht immer bei der Verdichtung. Es geht derselbe durch den Rezipienten und setzt sich als Staub auf den Wänden des Rohrs ab.

232. Der Phosphor, der beim Anfang der Operation übergeht, ist fast rein; nicht so der, welcher gegen das Ende zu sich bildet: während ersterer schnell in das Verlagsglas

fließt, verdichtet sich letzterer in der Verlängerungsröhre, ja selbst im Hals der Retorte und widersteht hier einer ziemlich hohen Temperatur, ohne zu schmelzen; dieser hat statt der zitrongelben Farbe und der gewöhnlichen Durchsichtigkeit des Phosphor's eine röthliche Farbe, erscheint zuweilen selbst schwärzlich und ist undurchsichtig, was anzeigt, daß er mit einem fremden Stoff vermischt ist. Man nahm bisher an, daß er mit Kohle verbunden sey; ich möchte eher vermuthen, daß es Kiesel oder Silicium ist, welches von den Wänden der Retorte herrührt. *)

Um den rohen Phosphor zu reinigen, nimmt man ein Stück sämisch gegerbtes Leder, benetzt es hinlänglich mit kaltem Wasser, thut den Phosphor mit etwas Wasser hinein und bindet nun das Leder in einen Beutel fest zusammen. Man bringt diesen Beutel nun in eine Schüssel voll siedenden Wassers und hält ihn so lange darin, bis das Wasser auf eine Temperatur von 45 oder 50° C. herabgesunken ist, dann preßt man ihn stark, entweder mit den Händen oder mit einer Zange. Der Phosphor bringt nun sehr rein und durchsichtig durch, während die fremdartigen Stoffe im Säckchen zurück bleiben. Dieß enthält dann ein schwärzliches, häufiger aber ein rothes Pulver, welches, mit schwacher Salpetersäure erhitzt, noch mehr reinen Phosphor liefert. Die Säure zerstört die fremdartigen Stoffe, deren Natur man noch nicht genau kennt.

Das Stück sämisch Leder kann man nicht mehr als einmal hiezu gebrauchen; denn da es von den unreinen Stoffen ganz durchdrungen ist, so würden diese, wenn man es von Neuem anwenden wollte, zugleich mit dem Phosphor durchgepreßt werden.

233. Es bleibt nun noch übrig dem Phosphor eine bequeme Form zu geben, die gewöhnlich in langen, dünnen

*) Wir weisen einstweilen auf eine Tafel 12. Fig. 6, 7 u. 8. befindliche Zeichnung eines Ofens hin, der zur Verfertigung des Phosphors im Großen in den Pariser Fabriken angewendet wird. Ein solcher Ofen nimmt 6 große Retorten auf einmal auf und liefert mittelst einer einzigen Destillation 36—40 Pfund Phosphor. Der Verfasser wird dessen ausführliche Beschreibung nachfolgen lassen. H. u. E.

Stangen besteht. Man erreicht dieß, indem man ihn in Glasröhren formt. Hierzu wählt man etwas konische, 9 bis 10 Zoll lange und ohngefähr zwei Linien im Durchmesser haltende Röhren. Man taucht das eine Ende einer Röhre in den geschmolzenen Phosphor und saugt mit dem Munde langsam am andern Ende, bis der Phosphor so weit emporgestiegen ist, daß er noch ein oder zwei Zoll vom Munde entfernt ist. Dann schließt man die untere Öffnung der Röhre mit dem Finger, nimmt sie heraus und taucht sie rasch in sehr kaltes Wasser ein. Der Phosphor wird dadurch schnell fest und man stößt ihn dann aus der Röhre mittelst eines Holz- oder Glasstäbchens. Befürchtet man hierbei einen übeln Zufall, der sich bisweilen wirklich schon ereignete, so kann man statt des Aufziehens mit dem Munde eine Blase von elastischem Gummi anwenden, die man zusammendrückt und wieder aufschwellen läßt; man befestigt einen solchen Beutel an das Ende der Röhre mittelst eines Stöpsels, drückt sie dann zusammen, um die Luft daraus zu entfernen, taucht das andre Ende der Röhre in den Phosphor und überläßt nun die Blase nach und nach ihrer natürlichen Elastizität; sie schwillt nun wieder an, der Phosphor steigt dadurch in die Röhre hinauf; so bald er die gehörige Höhe erreicht hat, bringt man die Röhre unter den angegebenen Vorsichtsmaassregeln ins kalte Wasser. Statt des Aufziehens mit dem Munde kann man viele andre ganz gefahrlose Verfahrensarten anwenden und man sollte von jenem nur im höchsten Nothfall Gebrauch machen, da die geringste Unachtsamkeit hierbei sehr gefährlich werden kann.

234. Benutzung. Der Phosphor wird vorzüglich in Laboratorien gebraucht; man bediente sich dessen früher bei Verarbeitung des Platins, was man aber jetzt ganz aufgegeben hat; er wird nun noch zur Verfertiigung von dreierlei Sorten von Feuerzeugen angewendet, welche häufig gebraucht werden.

Die erste und einfachste Art besteht darin, daß man ein Stückchen Phosphor in einem kleinen Gläschchen, oder in einer verschlossenen Röhre von ungefährr einem Zoll Länge schmilzt. Sobald der Phosphor geschmolzen ist, verschließt man das kleine Gefäß mit einem Korkstöpsel und dann ist

das Feuerzeug fertig. Bei seinem Gebrauche nimmt man zwei Zündhölzchen, das eine etwas stark, das andre wie gewöhnlich; man taucht das erste in das Feuerzeug, kratzt damit die Oberfläche des Phosphors, um von diesem etwas mit wegzunehmen, das am Schwefel hängen bleibt. Es ist dann schon hinreichend, das Ende des Zündhölzchens auf einem Stück Holz oder rauhem Stein schnell zu reiben, damit der Phosphor Feuer fange und den Schwefel anzünde. Die Phosphorsäure, die sich bildet, durchdringt das Holz des Zündhölzchens und verhindert häufig sein Fortbrennen, so daß es fast immer auslöscht, ehe man Zeit hatte, sich desselben zu bedienen. Man vermeidet diesen üblen Umstand, indem man das erste Schwefelhölzchen benützt, um das zweite damit anzuzünden. Dieses hat immer Zeit anzubrennen und löscht nicht wieder aus, wenn es einmal Feuer gefangen hat. Wenn man das Zündhölzchen mit dem Phosphor auf einem harten und glatten Körper, z. B. auf Glas, Porzellan reibe, so würde es sich nicht entzünden.

Das zweite Feuerzeug unterscheidet sich vom ersten dadurch, daß man in das kleine Gefäß, welches den Phosphor enthält, während dieser im Schmelzen ist, ein kleines rothglühendes Eisenstäbchen eintaucht, um ihn anzuzünden. Wiederholt man diese Operation zwei bis dreimal, so bildet sich etwas Phosphororyd, welches mit einem Ueberschuß von Phosphor vermenget bleibt und diesen von freien Stücken entzündlich macht. Man verkorkt das Fläschchen sorgfältig, läßt es erkalten und hebt es wohl verschlossen zum Gebrauche auf. Will man Feuer machen, so braucht man nur das Zündhölzchen hinein zu tauchen, um etwas von dem darin enthaltenen Gemenge herauszunehmen. Bei der Berührung mit der Luft entzündet es sich und da die Quantität des herausgenommenen Phosphors geringer ist als im vorhergehenden Fall, so löscht es seltner wieder aus. Diese Feuerzeuge ziehen jedoch sehr viele Feuchtigkeit aus der Luft an, da sich zu gleicher Zeit mit dem Phosphororyd auch etwas Phosphorsäure gebildet hat und so kann man sich öfters schon nach wenigen Tagen derselben nicht mehr bedienen.

Die dritte Art Phosphorfeuerzeuge ist unter dem Na-

men der Feuerzeuge von entzündlichem Kitt (mastic inflammable) bekannt. Das Zündhölzchen fängt bei der Berührung mit der Luft ohne Reiben Feuer. Diese Feuerzeuge ziehen auch aus der Luft keine Feuchtigkeit an und erhalten ihre guten Eigenschaften immer bei. Ihre Verfertigungsart wird geheim gehalten; doch kann man sie ziemlich leicht nachmachen. Diese Feuerzeuge müssen Phosphoroxyd und also auch Phosphorsäure enthalten; damit diese letztere keine Feuchtigkeit aus der Luft anziehe, muß man sie mit einer erdigen Basis, z. B. Kalk oder Magnesia verbinden. Wie es scheint, wendet man vorzugsweise Letztere an. Man bereitet das Feuerzeug ganz wie die zweite schon beschriebene Sorte, thut dann etwas gebrannte Magnesia hinzu und rührt gut um, bis der Phosphor erstarrt ist. Man erhält so fein zertheilten Phosphor mit Oxyd gemengt; die Phosphorsäure, welche sich erzeugt hat oder sich in der Folge erst bildet, giebt mit der Magnesia ein basisch phosphorsaures Salz, welches die Feuchtigkeit aus der Luft nicht anzieht. Man behauptet allgemein, daß durch dieses Verfahren, wodurch man zwar recht gute Feuerzeuge erhält, doch die weiter oben unter dem angeführten Namen bezeichneten nicht von völlig so guter Beschaffenheit bereitet werden können und die Magnesia-Feuerzeuge eigentlich nur eine Nachahmung derselben sind.

Im Handel wendet man gewöhnlich kleine bleierne Gläschen statt der gläsernen an; bei diesen aber löthet sich der Stöpsel, der ebenfalls von Blei ist, nach einiger Zeit so fest an, daß man das Feuerzeug gar nicht mehr gebrauchen kann. Es würde angemessener seyn, diese Bleistöpsel durch einfache Korkpfropfe, die man mit heißem Wachs getränkt hat, zu ersetzen, um sie auch für Luft und Feuchtigkeit weniger durchdringlich zu machen.

Phosphorwasserstoff im Minimum.

(Synonyme. Wasserstoffphosphorhaltiges Gas.

Davy's Phosphorwasserstoffgas. Franz.

Hydrogène protophosphoré.)

235. Eigenschaften. Dieser Stoff ist gasförmig, farblos, hat einen starken Knoblauchgeruch, ist wenig auflös-

lich in Wasser, das nach Davy $\frac{1}{2}$ seines Volums davon auflöst, und wirkt nicht auf die Pflanzenfarben. Seine Dichtigkeit ist $= 1,214$. Es läßt sich unverändert aufbewahren, wenn man es vor der Berührung mit lufthaltigem Wasser schützt. Es läßt sich bei gewöhnlichem Luftdruck mit der Luft oder selbst mit Sauerstoff vermengen, ohne sich zu entzünden; macht man aber das Gemenge unter einem schwächeren Luftdruck, so findet eine Detonation statt. Die Produkte der Verbrennung sind mannichfaltig; ist der Sauerstoff in Überfluß vorhanden, so bildet sich Wasser und Phosphorsäure; ist dagegen das Phosphorwasserstoffgas vorwaltend, so bildet sich Wasser und phosphorige Säure, auch selbst phosphorige Säure und freies Wasserstoffgas. Man bewirkt gewöhnlich diese Verbrennung, indem man die Temperatur des Gemenges erhöht, oder indem man einen elektrischen Funken durchschlagen läßt.

Durch Chlor wird es schnell zerstört; es findet hierbei eine lebhafte Verbrennung und Bildung von Chlornwasserstoffsäure und Chlorphosphor statt, wenn man dieses Phosphorwasserstoffgas in das Chlor bringt; im umgekehrten Fall entsteht Chlornwasserstoffsäure, Chlorphosphor und freier Phosphor. Auch durch Brom muß dieses Gas in der Kälte zerlegt werden; Jod und Schwefel greifen es bloß unter Mitwirkung von Wärme an. Es bilden sich dabei immer Wasserstoffsäuren und der Phosphor wird frei oder verbindet sich mit dem Ueberschuß des angewendeten Körpers.

Die Jodwasserstoffsäure verbindet sich mit dem Phosphorwasserstoffgas augenblicklich. Die Verbindung besteht dann aus gleichen Raumtheilen beider Gasarten; sie ist fest, weiß, flüchtig, in Würfeln krystallisirt und wird sehr leicht zerstört, sowohl durch Wasser als auch durch starke Basen oder durch die wasserhaltigen Säuren. In allen Fällen wird das Phosphorwasserstoffgas frei, die Jodwasserstoffsäure bleibt im Wasser aufgelöst oder mit den Basen verbunden; hat man aber eine schwache Säure angewendet, so löst sich jene Verbindung bloß in dem Wasser auf, welches diese Säure enthielt.

Nicht alle Säuren wirken jedoch auf gleiche Weise. Die Schwefelsäure kann sich wirklich mit dem wasserstoffphosphorhaltigen Gas verbinden und löst es mit bemerkenswerther Schnelligkeit auf. Diese kurz dauernde Verbindung wird jedoch bald verändert, schon bei der gewöhnlichen Temperatur. Es entwickelt sich schweflichte Säure und Phosphor setzt sich ab; auch das Wasser zerstört sie; dabei entweicht das Gas und entzündet sich zuweilen, vermöge der hohen Temperatur, welche die Säure, indem sie sich mit dem Wasser verbindet, plötzlich erzeugt. Es ist daher wahrscheinlich, daß diese Säure das Jodwasserstoffsaure Phosphorwasserstoffgas dergestalt zerlegt, daß die Jodwasserstoffsäure frei wird und sich das Phosphorwasserstoffgas mit der Schwefelsäure verbindet.

Diese Resultate beweisen, daß das wasserstoffphosphorhaltige Gas bei starken Säuren die Rolle einer Basis spielt.

Die meisten Metalle bemächtigen sich unter Einfluß der Wärme des Phosphors vom Phosphorwasserstoffgas, machen das Wasserstoffgas frei und gehen in Phosphormetalle über.

236. *Bereitung.* Man erhält dieses Gas, wenn man die concentrirte Unterphosphorsäure in einer kleinen Retorte einer gelinden Hitze aussetzt. Es entwickelt sich dann wasserstoffphosphorhaltiges Gas und Phosphorsäure bleibt zurück.

Wir werden weiter unten sehen, daß die Unterphosphorsäure als eine Verbindung der Phosphorsäure mit phosphorichter Säure betrachtet werden kann. In diesem Fall würde nur die letztere wirken, weswegen wir auch nur sie in Betracht ziehen. Folgendes ist der genaue Ausdruck dieser Wechselwirkung:

Angewendete Atome.

4 At. phosphorichte Säure	=	2769,20
6 At. Wasser	=	337,46
		<hr/> 3106,66

Erzeugte Atome.

3 At. Phosphorsäure	=	2676,90
4 At. Phosphorwasserstoffgas i. Min.	=	429,76
		<hr/> 3106,66

Man sieht hieraus, daß das Wasser nothwendiger Weise zerlegt wird und während sich sein Sauerstoff mit einem Theil

der phosphorichten Säure verbindet, so entzieht sein Wasserstoff einem andern Theil den Phosphor und der nun frei gewordene Sauerstoff tritt nun gleichfalls an den erstern Theil der Säure.

237. Zusammensetzung. Um sie genau zu bestimmen, muß man das freie Wasserstoffgas, welches sich bisweilen in dem auf eben angeführte Weise bereiteten Gas vorfindet, in Aufschlag bringen. Hierzu bedient man sich des schwefelsauren Kupfers, welches das Phosphorwasserstoffgas absorbiert und nicht auf das freie Wasserstoffgas wirkt. Dann behandelt man das Gas mit Chlorquecksilber oder auch mit metallischem Kupfer unter Mitwirkung der Wärme und bestimmt dadurch den Antheil Wasserstoffgas, den es enthält. Im ersten Fall bildet dieses Chlorwasserstoffsäure; im zweiten wird es frei. Man macht das Experiment unter einer gebogenen engen Glasglocke; das Phosphorwasserstoffgas wird allein zerlegt und man sieht dann, daß ein Volumen drei Volumtheile Chlorwasserstoffsäure oder ein und ein halbes Volumen Wasserstoffgas giebt. Läßt man dieses Gas mit einem Ueberschuß von Sauerstoffgas detoniren, so findet man außerdem, daß es hiervon sein doppeltes Volumen verlangt. Wenn vier Volumtheile wasserstoffphosphorhaltiges Gas acht Volumtheile Sauerstoffgas absorbiren, so wurden drei davon vom Wasserstoffgas, fünf vom Phosphor verbraucht. Weiter unten werden wir sehen, daß fünf Maaß Sauerstoff zwei Maaß Phosphor erheischen, um Phosphorsäure zu bilden. Man findet also:

1 At. Phosphor	= 196,15	oder 91,28
3 At Wasserstoff	= 18,73	8,72
2 At. Phosphorwasserstoffgas im Min.	= 214,88	100,00

Phosphorwasserstoffgas im Maximum.

(Synonyme. Leichtentzündliches Phosphorwasserstoffgas, Phosphorluft, phosphorhaltiges Wasserstoffgas. Franz. Gaz hydrogène perphosphoré.)

Eigenschaften. Diese Verbindung unterscheidet sich wenig von der vorigen; sie ist ebenfalls gasförmig, farb-

es, wenig auflöslich im Wasser, ohne Wirkung auf die Farben. Ihre Dichtigkeit ist 1,751; sie wird eben so durch Chlor, Jod, Brom und Schwefel verändert. Sie verbindet sich auch mit Sauerstoffgas; die Verbindung gleicht dem vorigen, enthält aber nur ein halbes Volumen leicht entzündliches Phosphorwasserstoffgas auf ein Volumen Gas der Säure; sie wird unter denselben Umständen, wie die vorige, zerstört, allein es setzt sich beständig Phosphor daraus ab und wasserstoffphosphorhaltiges Gas entweicht. Eine ähnliche Wirkung bringt die concentrirte Schwefelsäure hervor; das Gas wird wahrscheinlich abgetrieben, indem es sich in wasserstoffphosphorhaltiges Gas umwandelt, denn es setzt sich auf der Stelle Phosphor ab. Quary wirkt auf dieselbe Weise darauf.

Der merkwürdigste Unterschied besteht in der Art, wie die atmosphärische Luft und dasselbe einwirkt. Während man das altige Gas mit diesen beiden Gasarten in einem Luftdruck mengen kann, bildet sich bei einer Verminderung des Luftdrucks ein entzündliches Phosphorwasserstoffgas, welches sofort Wasser und phosphorige Säure. Die Entzündung ist lebhaft und zeigt sich immer, wenn man das Gas nicht vorher mit neun oder zehn Raumtheilen Wasserstoffgas gemengt hat; in diesem Fall entzündet es sich nur unter Mitwirkung der Wärme.

Läßt man das leicht entzündliche Phosphorwasserstoffgas Blase für Blase in die Luft treten, so entzündet sich jede derselben plötzlich und es erzeugt sich dabei Wasser und phosphorige Säure, welche sich in Form von weißen Dämpfen in die atmosphärische Luft erheben. Diese Dämpfe nehmen fast immer Krongen- oder Ringform an, welche sich in dem Maße, als sie in der Luft aufsteigen, erweitert und zuletzt verschwindet. Diese Erscheinung zeigt sich beim Rauche des Geschüßes und in vielen andern Fällen, es ist aber schwer diese Erscheinung bei einer andern Verbrennung als der des leicht entzündlichen Phosphorwasserstoffgases auf eine sich so gleich bleibende und merkwürdige Weise auszuführen.

Läßt man das Gas, statt in die Luft, in Sauerstoffgas treten, so entsteht eine so lebhafte Verbrennung, daß das

Muge den Glanz gar nicht ertragen kann. Nichts destoweniger setzt sich immer Phosphor dabei ab.

Das leicht entzündliche Phosphorwasserstoffgas läßt sich selten einige Tage lang aufbewahren; oft wird es schon nach wenig Stunden zerstört. Es zerfällt schon weit unter der Rothglühhitze; bei 0°, ja selbst weit leichter noch bei einer niedrigeren Temperatur wird es zerstört. Eine Anzahl electrischer Funken zerstört es ebenfalls. In allen Fällen setzt sich Phosphor ab und das Gas geht in wasserstoffphosphorhaltiges Gas über.

239. *Bereitung.* Man erhält es, indem man einige Gramm Wasser in ein mit Quecksilber angefülltes und in der Quecksilber Wanne umgesturztes Cylinderglas (Taf. 1. Fig. 15.) thut und in dieses gepulvertes und in ein Stück Pöschpapier gewickeltes Phosphorkalcium oder Phosphorbarium bringt. Anfangs ist die Reaction sehr rasch; sie endigt sich aber erst nach einigen Stunden. Es entwickelt sich leicht entzündliches Phosphorwasserstoffgas und Wasserstoffgas; im Wasser bleibt dann unterphosphorichtsaurer Baryt oder Kalk zurück. —

Man erhält es auch, wenn man den Phosphor in der Wärme mit einer starken in Wasser aufgelösten oder damit angerührten Salzbase in Berührung bringt; hierzu zieht man das Kali oder den Kalk den übrigen vor. Man bringt eine Kalilauflösung in eine kleine Retorte, fugt einige Stüchchen Phosphor hinzu, paßt eine gekrümmte Röhre an die Retorte und erhitzt nun langsam. Das Gas entwickelt sich bald; sobald es in den leeren Raum der Retorte tritt, fängt es an zu brennen, bis der Sauerstoff ganz oder doch größtentheils absorbirt ist. Diese Verbrennung hört bald auf und das zurückbleibende Stickgas wird ausgetrieben; sobald sich das Gas am Ende der Röhre entzündet, kann man diese unter Wasser oder Quecksilber bringen und das Gas auffangen. Wenn man die Röhre früher eintauchen würde, so könnte das Wasser oder Quecksilber, wegen des leeren Raums, der durch das Verschwinden des Sauerstoffgases entsteht, in den Apparat treten.

Will man Kalk anwenden, so muß man ihn zum feinen Brei anrühren und daraus Kugeln formen, in deren Mittelpunkt man ein kleines Stückchen Phosphor legt; diese Kugeln bringt man in eine Phiole, (Taf. 1. Fig. 14.) welche man zu drei Vierteln mit gelöschtem, gut mit Wasser gesättigten Kalk anfüllt. Man befestigt eine krumme Röhre an die Phiole (Taf. 4. Fig. 13.) und erhitzt diese gelind; brennt das Gas am Ende der Röhre, so bringt man den Apparat ebenfalls unter Wasser und fangt das Gas auf.

In den beiden letztern Fällen erhält man ebenfalls leichtentzündliches Phosphorwasserstoffgas, Wasserstoffgas und unterphosphorichtsaure Salze. Warde man die Erwärmung zu lange fortsetzen, so wurden die unterphosphorichtsauren Salze weiter zerstört werden, es wurde sich viel Wasserstoffgas und etwas wasserstoffphosphorhaltiges Gas bilden; am Ende der Operation wird auch die Entwicklung des Gases, die schon fast aufzuhören schien, plötzlich wieder sehr lebhaft, besonders wenn man sich des Kalks bedient. Man erhält große Quantitäten des Gases, aber es ist nicht mehr von selbst entzündlich. Bei der Betrachtung der Dryde und unterphosphorichtsauren Salze werden wir auf die eigentliche Theorie dieser Erscheinungen wieder zurückkommen.

240. Zusammensetzung. Dieses Gas wird auf dieselbe Weise analysirt, wie das vorhergehende; es enthält:

3 At. Phosphor	= 538,45	oder 94,02
1 At. Wasserstoff	= 37,46	5,98
4 At. Phosphorwasserstoffgas in Max.	= 625,91	100,00

241. Natürliches Vorkommen und Benutzung. Die beiden im Vorhergehenden betrachteten Gasarten werden nicht benutzt. Sie kommen, wie man glaubt, in der Natur vor und sollen Ursache der Irrlichter seyn, welche man auf Sumpfen und feuchten Kirchhöfen beobachtet. Daß im Innern der Erde gebildete Gas entweicht durch die Spalten derselben und entzündet sich in der atmosphärischen Luft. In Ermangelung genauer Beobachtungen, kann ich eine That-
sache anführen, welche mit dieser Annahme ganz übereinstimmt. Das Museum in Genf hatte eine große Quantität unreinen Weingeist, der zur Aufbewahrung von Thieren,

und, so viel ich mich erinnere, vorzugsweise zur Aufzucht von Fischen gebient hatte. Ein geschickter Apoteker, übernahm es, ihn wieder zu reinigen. Man stillte ihn über Chlorcalcium, mit ungelöschtem Kalk mengt und dampfte dann den Rückstand an der freien Luft ab, um das angewendete Chlorid wieder zu erhalten. Anfangs der Verdampfung zeigte sich nichts Besonderes, bald aber das Chlorcalcium eine Syrupkonsistenz angenommen hatte, entwickelten sich Gasströme, die sich an den Gefäßwänden entzündeten und alle Eigenschaften des leichtentzündlichen Phosphorwasserstoffgases besaßen. Diese Gasentwicklung dauerte mehrere Stunden und hörte erst auf, als die Substanz schon fast ganz trocken war. Man kann sie bloß als Zersetzung eines im Weingeist aufgelösten animalischen Salzes durch den Kalk oder das angewendete Feuer erklären ist übrigens bekannt, daß die Hirnsubstanz Phosphor in eigenthümlichen Zustand und in nicht unbedeutender Menge enthält. Die Leichname auf Kirchhöfen und die thierischen Körper an sumpfigen Orten können wahrlich die Einwirkungen erleiden, die die Entstehung von leicht entzündlichem Phosphorwasserstoffgas begünstigen, so daß hier die Erscheinung der Irrlichter auf eine leichte und zwungene Weise erklärt werden kann.

Phosphororyd.

(Synonym. Lat. Oxydum phosphori. Fr. Oxyde de phosphore.)

242. Der Phosphor verbindet sich in mehreren Verhältnissen mit dem Sauerstoff. Er bildet vier von einander wohl zu unterscheidende saure Verbindungen, welche zu bereiten sind, deren Zusammensetzung aber keine stufenförmige Reihe bildet. Ueberdies bildet er noch andre Verbindungen, welche man als Phosphororyde beschrieben hat, aber bei weitem noch nicht genau genug bekannt sind, um Bestimmtheit etwas über sie sagen zu können. So sind Operationen mit Phosphor pulverige Rückstände bleiben, das Vermögen besitzend, sich in der Wärme zu entzünden, wenn sie dieselben, obwohl minder leicht schmelzbare Pro-

de der Phosphor liefern, welche sich von selbst entzünden können, betrachtet man sie vorzüglich aus Phosphororyd gebildet. Der sehr reine und frischdestillirte Phosphor liefert wenig oder gar kein Dryd; letzteres zeigt sich nur unter folgenden Umständen:

Wenn man Phosphorstücke unter Wasser in einer schlecht erschlossenen Flasche, bei zerstreutem Licht sich selbst überläßt, so bedecken sie sich mit einer weißen, pulverigen, mehr oder weniger dicken Kruste; diese besteht aus Phosphororydhydrat. Destillirt man fern- verändertem Phosphor, so bleibt ein orangerothes Pulver zurück, das man als wasserfreies Phosphororyd ansieht. Dasselbe verhält sich auch, wenn man Phosphor, der mit weißem Eisenoxyd errogen ist, im Sauerstoffgas oder in der atmosphärischen Luft verbrennt. Diese beiden Produkte sind weniger flüchtig als Phosphor. Doch weiß man, daß Phosphor leichter entzündlich ist, als das mit Dryd gemengte, und der reine, was keine widersprechende Erscheinung

Einige Chemiker betrachten das orangerothe und weiße Produkt als zwei verschiedene Hydrate. Es ist es überhaupt klar, daß es Dryde sind, und daß es sich auf dieser Gegenstand einer neuen Untersuchung. Den mit Dryd verunreinigten Phosphor reinigt man entweder durch Schmelzen und Auspressen durch sämisch Leder, oder durch Kochen mit etwas schwacher Salpetersäure, welche das Dryd auf der Stelle säuert.

Phosphorsäure.

Synonyme. Knochen- oder Phosphorsäure. (Lat. *Acidum phosphoricum*. Franz. *Acide phosphorique*.)

243. Wir kennen die Phosphorsäure wie die Schwefelsäure in zwei verschiedenen Zuständen wasserfrei und als Hydrat. Sie theilt mit dieser auch die Eigenschaft, das Wasser so stark fest zu halten, daß sie, einmal mit demselben vermischt, es in der Wärme nicht fahren läßt.

Wasserfreie Phosphorsäure.

244. Zusammensetzung. Die Phosphorsäure ist zusammengesetzt aus

2 At. Phosphor	=	392,3	oder	43,97
5 At. Sauerstoff	=	500,0		56,03
1 At. Säure	=	892,3		100,00

245. Bereitung. Man kann sie nur durch lebhafteste Verbrennung des Phosphor's in trockenem Sauerstoffgas oder trockner atmosphärischer Luft erhalten. Man stellt eine mit ungelöschtem Kalk gefüllte Untertasse auf das Quecksilber und deckt eine große mit Luft gefüllte Glasglocke darüber. Nach einigen Stunden ist diese trocken; dann stellt man auf eine andre recht trockene Untertasse eine Kapelle aus Knochenasche, welche ebenfalls recht trocken seyn muß; in diese bringt man zwei oder drei sorgfältig abgetrocknete Stücke Phosphor, zündet diese an und deckt die mit trockner Luft gefüllte Glasglocke darüber. Die Verbrennung des Phosphor's erzeugt Phosphorsäure, welche sich in der Glocke in Form weißer dicker Dämpfe verbreitet; sie verdichtet sich bald und stellt dann schneeige Flocken dar. Sobald es in der Glocke an Sauerstoffgas zu fehlen anfängt, kann man mittelst eines Siebers, welcher einige Stücken Chlorcalcium oder ungelöschten Kalk enthält, etwas trockne Luft hineinbringen. Ist die Verbrennung beendet und haben sich die Dämpfe niedergeschlagen, so nimmt man die Glocke und Kapelle weg und wirft letztere ins Wasser, um die Verbrennung des Phosphor's, den sie noch enthalten kann, zu verhindern. Man sammelt nun die Phosphorsäure, welche sich wie ein Spinnengewebe auf der Schale, dem Quecksilber und den innern Wänden der Glocke abgesetzt hat. Kaum ist sie mit der Luft in Berührung gekommen, so hat sie schon Feuchtigkeit absorbiert; es ist also fast unmöglich sie wasserfrei aufzubewahren und ihre Eigenschaften kennen zu lernen.

246. Eigenschaften. Wie wir gesehen haben, ist sie starr, weiß, pulverig, schwerer als Wasser, sehr sauer, sehr auflöslich im Wasser, wahrscheinlich schmelzbar und flüchtig bei einer hohen Temperatur.

Ins Wasser geworfen, verbindet sie sich damit und löst sich darin mit einer so lebhaften Wärmeentwicklung auf, daß bei ein Zischen entsteht, wie wenn man ein glühendes Eisen in Wasser taucht. Dampft man diese Flüssigkeit weiter ab, so hinterläßt sie wasserhaltige Phosphorsäure als Rückstand.

Wasserhaltige Phosphorsäure.

237. Eigenschaften. Sie ist starr, farb- und geruchlos, schmeckt sehr sauer und selbst ätzend; sie röthet das Lackmuser stark und ist schwerer als Wasser. Sie wird weiter der Rothgluth weich, und bleibt dann, wenn sie einmal geschmolzen ist, bei diesem Warmegrad im Fluß; beim Erkalten erstarrt sie und bildet ein durchsichtiges Glas. In der Rothgluth und darüber verflüchtigt sie sich. Man bedient sich eines Platintiegels, um sie zu schmelzen, da sie im Fluß Glas und irdene Gefäße angreift und schnell durchlöchert; sie wirkt sogar auf Silber bei der Berührung der Luft, indem dieses Metall den Sauerstoff derselben absorbiert und eine phosphorsaure Verbindung eingeht.

Die Phosphorsäure greift Platin nicht an, wenn es nicht mit Kohle oder kohlenhaltigem Gas in Berührung kommt. In diesem Fall würde sich sogleich ein schmelzbares Phosphorplatin bilden und der Tiegel würde durchlöchert werden.

Sie wirkt weder auf den Sauerstoff, noch auf die atmosphärische Luft; allein sie bemächtigt sich schnell, sowohl in gewöhnlicher als auch bei niedrigerer Temperatur des Sauerstoffs, das diese Gase enthalten.

238. Bereitung. Man erhält sie, indem man Chlorphosphor im Maximum mit Wasser behandelt, oder indem man den Phosphor mit Salpetersäure verbrennt, oder durch Zersetzung des phosphorsauren Ammoniak's in der Hitze, durch Zersetzung des phosphorsauren Baryt's mit Schwefelsäure, oder endlich wenn man phosphorsaures Blei durch Schwefelsäure zersetzt.

239. Das erste Verfahren ist sehr einfach. Man wirft den Chlorphosphor im Maximum portionenweise ins Wasser und schüttelt die Flüssigkeit, um die Veräugung zu erreichen.

tern. Der Chlorphosphor verschwindet und das Wasser wird stark sauer. Es erzeugt sich Chlornwasserstoffsäure und Phosphorsäure durch die Zersetzung des Wassers. Wenn man die Flüssigkeit abdampft, so geht das überschüssige Wasser und die Chlornwasserstoffsäure fort und reine Phosphorsäure bleibt zurück. Die Operation geschieht in einer Retorte, bis die Säure eine Syrupconsistenz erlangt hat; da sie aber jetzt das Glas angreifen wurde, so muß man sie in einem Platintiegel bringen, der wiederum in einen irdenen gesetzt wird. Man erhitzt nun nach und nach bis zum schwachen Rothglühen und gießt die Säure aus, welche zu einer glasigen Masse erstarrt. Sie muß hierauf noch warm in eine trockne mit gut eingeriebenem Glasstöpsel versehene Flasche gebracht und darin aufbewahrt werden.

250. Das zweite Verfahren ist weniger leicht ausführbar, wegen der vielen Gasarten, die sich während der Reaction entwickeln. Man bringt in eine Retorte von Glas 30 Grammen Phosphor, fügt 200 Gramm Salpetersäure von 20° des Beaumé'schen Areometers hinzu und stellt die Retorte auf einen Ofen, nachdem man einen tubulirten Ballon, der in eine gerade oder gebogene Röhre ausläuft, damit in Verbindung gebracht hat; einige unter die Retorte gebrachten Kohlen reichen hin, um die Reaction hervorzu bringen. Die Salpetersäure zersetzt sich, giebt entweder theilweise oder ganz ihren Sauerstoff an den Phosphor ab, es bildet sich Phosphorsäure, welche in der Retorte zurück bleibt und Stickstoffoxyd oder Stickstoff, welche gasförmig entweichen. Die Erzeugung dieser Gasartenge schieht zuweilen so ungestüm, daß man, wenn die Operation im Gange ist, sehr aufmerksam seyn muß, um Unfälle zu verhüten. Das Aufbrausen der Flüssigkeit kann dazu dienen, um das Feuer zu dirigiren; ist es zu schwach, so erhöht man die Temperatur; im entgegengesetzten Fall nimmt man das Feuer weg. Da die vorgeschriebene Säuremenge zur vollständigen Verbrennung des Phosphors gewöhnlich nicht hinreicht, so bringt man die überdestillirte Flüssigkeit nach vollendeter Destillation von Neuem in die Retorte, da sie noch viele nicht zersetzte Säure enthält. Ist aller Phosphor aufgelöst oder gesauert, so setzt

man die Destillation fort, bis die Flüssigkeit anfängt eine Syrupkonsistenz zu gewinnen, wo man sie dann in einen Platintiegel gießt, um die Abdampfung darin zu beendigen.

251. Das dritte Verfahren ist von allen das gebräuchlichste. Man pulverisirt das phosphorsaure Ammoniak und erhitzt es in einem Platintiegel nach und nach bis zum Glühen; das Ammoniak zerfällt sich oder entweicht in Gasgestalt und die wässerige Säure bleibt in ihrer gewöhnlichen Form zurück. Das Wasser kommt vom phosphorsauren Salz, welches man nicht wasserfrei erhalten kann. Nach Dulong hält die so bereitete Säure etwas Ammoniak zurück, selbst nachdem sie lange Zeit der Wirkung des Feuers ausgesetzt war. Man braucht nur den Rückstand mit etwas Salpetersäure zu wiederholten Malen zu benetzen und jedesmal die Temperatur bis zum Glühen zu erhöhen, so geht die Zersetzung vollständig vor sich. Die reine Säure, sobald sie in etwas Wasser aufgelöst und mit Aëkalistücken gemengt wird, verbindet sich mit dem Kali, ohne ammoniakalischen Geruch zu verbreiten.

252. Das vierte Verfahren ist sicherer. Man verschafft sich phosphorsauren Baryt durch doppelte Zersetzung, löst ihn noch feucht in Salpetersäure auf, verdünnt diese Auflösung mit Wasser und setzt genau die zur Präzipitation des Baryt's nothwendige Quantität Schwefelsäure hinzu. So hat man unauslösllichen schwefelsauren Baryt, welchen man durch Filtriren entfernen kann und die Flüssigkeit enthält dann nur Salpetersäure und Phosphorsäure, deren Scheidung man durch einfache Destillation bewerkstelligt.

253. Das fünfte, wenig gebräuchliche Verfahren besteht darin, daß man das phosphorsaure Blei, welches man durch doppelte Zersetzung erhalten und mit Wasser gemengt hat, mit einem lange anhaltenden Strom von Schwefelwasserstoffsäure behandelt. Es bildet sich unauslöslliches Schwefelblei, Wasser und Phosphorsäure wird frei. Durch Filtriren und Abdampfen erhält man diese letztere im gesonderten Zustand.

Es ist klar, daß die drei letzten Verfahrensdarten die wohlfeilsten sind, weil es nicht nothwendig ist, Phosphor da-

zu anzuwenden und alle phosphorsauren Salze auf billigem Wege aus gebrannten Knochen erhalten werden können.

254. Benutzung. Im reinen Zustande wird diese Säure nicht benutzt; aber ihre Verbindungen finden einige nützliche Anwendungen. Das phosphorsaure Natron wird in der Medizin als Purgirmittel gebraucht *); des phosphorsauren Kalks bedient man sich zur Verfertigung von Probir-Kapellen; in den Glasfabriken gebraucht man ihn auch zur Bereitung des Milchglases. Das phosphorsaure Blei findet sich in der Natur und man gewinnt in einigen Bergwerken daraus das Blei. Das phosphorsaure Kobalt dient zur Bereitung der schönen blauen Farbe, welche unter dem Namen Thénard's Blau bekannt ist. Phosphorsaures Eisen endlich und phosphorsaures Mangan finden sich ziemlich oft in der Natur und begleiten verschiedene Eisenminerale, bei deren Zugutmachung sie sehr nachtheilig einwirken und dem daraus gewonnenen Eisen schädliche Eigenschaften mittheilen.

Phosphorichte Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum phosphorosum. Franz. Acide phosphoreux.)

255. Eigenschaften. Man kennt sie nur im wasserhaltigen Zustand; sie ist weiß, sehr sauer, geruchlos und krystallisirt in unregelmäßig gruppirten Nadeln. Durch die Wärme verwandelt sie sich in wasserstoffphosphorhaltiges Gas, welches entweicht und in Phosphorsäure, welche in Syrupconsistenz zurückbleibt; man sieht hieraus, daß das Wasser zerseht worden ist, und daß sein Sauerstoff und Wasserstoff auf gleiche Weise beitragen, die phosphorichte Säure in Phosphorsäure zu verwandeln (236).

256. Zusammensetzung. Diese ist sehr einfach, denn die phosphorichte Säure besteht aus:

2 At. Phosphor	=	392,30	oder auch	56,67
3 At. Sauerstoff	=	300,00		43,33
1 At. Säure	=	692,30		100,0

*) Das Doppelsalz von phosphorsaurem Natron und Ammoniak wird bei Röthrohrversuchen als Flusmittel sehr häufig angewendet. H. u. E.

Sie kann aus der Zusammensetzung des Chlorphosphors im Minimum (269) abgeleitet werden, so wie man die der Phosphorsäure aus der des Chlorphosphors im Maximum herleiten kann (267).

257. **Bereitung.** Man kann sich diese Säure nur durch Einwirkung des Wassers auf den Chlorphosphor im Minimum verschaffen: das Wasser wird durch diese Chlorverbindung zerlegt; sein Wasserstoff verbindet sich mit dem Chlor und sein Sauerstoff mit dem Phosphor, wodurch Chlormasserstoffsäure und phosphorichte Säure gebildet werden. Wird dieses Gemisch gehörig abgedampft, so entweicht das überschüssige Wasser, so wie die Chlormasserstoffsäure, während die phosphorichte Säure in der Retorte zurück bleibt und darin beim Erkalten krystallisirt. —

Unterphosphorsäure.

(Synonyme. Phosphatische Säure. Lat. Acidum hypophosphoricum. Franz. Acide hypophosphorique ou phosphatique.)

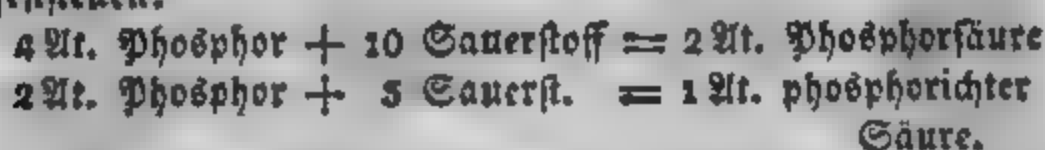
258. Die Unterphosphorsäure wird nicht benützt; ihre Existenz als eine eigenthümliche Säure ist selbst zweifelhaft, denn sie verhält sich überall als eine Verbindung von Phosphorsäure und phosphorichter Säure. Was sie Merkwürdiges darbietet, ist, daß sie stets nur durch die langsame Verbrennung des Phosphors gebildet wird. Einige Zeit lang verwechselte man sie mit der Phosphorsäure selbst; aber Lavoisier und später Thénard und Dulong untersuchten ihre Zusammensetzung auf eine Weise, daß kein Zweifel mehr über ihren Sauerstoffgehalt bleiben konnte. Dulong fand außerdem noch, daß die Unterphosphorsäure zerstört wird, sobald man sie mit Basen verbindet, und daß sie so die Bildung phosphorsaurer und phosphorichtsaurer Salze veranlaßt.

Man kann die Zusammensetzung der Unterphosphorsäure ausmitteln, wenn man entweder die Menge Sauerstoff bestimmt, welche ein bekannter Gewichtstheil Phosphor in der Kälte absorbirt, wie es Thénard that, oder indem man die Menge Chlor bestimmt, welche nothwendig ist, um Unterphos-

phorsäure in Phosphorsäure zu verwandeln, wie es Tulong that. Sie besteht aus:

$$\begin{array}{rcl} 6 \text{ At. Phosphor} & = & 1176 \text{ oder } 44,33 \\ 13 \text{ At. Sauerstoff} & = & \frac{1300}{2476} \quad \frac{55,67}{100} \end{array}$$

Auch kann man die Zusammensetzung auf folgende Weise feststellen:



Letztere Annahme widerspricht viel weniger den bis jetzt bekannten chemischen Verbindungsgesetzen, als die sonderbare Zusammensetzung, welche die Analyse giebt, wenn man die Unterphosphorsäure als einfache Säure betrachtet. Alle ihre Eigenschaften lassen sich übrigens leicht erklären, wenn man annimmt, daß sie aus 2 Atomen Phosphorsäure und 1 Atom phosphorichter Säure gebildet wird.

260. Die Unterphosphorsäure ist immer tropfbar flüssig, dichter als Wasser, flebrig, farblos, sehr sauer und besitzt einen schwachen Knoblauchgeruch; man konnte sie bis jetzt weder in festem Zustande, noch wasserfrei darstellen.

Im concentrirten Zustand der Einwirkung des Feuers ausgesetzt, zerfällt sie sich schnell und bildet syrupdicke Phosphorsäure, welche im Gefäß zurück bleibt und Phosphorwasserstoffgas im Minimum wird frei. Sie verhält sich in diesem Fall wie phosphorichte Säure, nur liefert sie mehr Phosphorsäure und weniger Phosphorwasserstoffgas im Minimum.

261. Man verschafft sich die Unterphosphorsäure durch ein zwar viele Zeit erforderndes, übrigens aber sehr einfaches Verfahren. Man nimmt Glasröhren, welche am einen Ende an der Lampe dünn ausgezogen wurden; in jede derselben bringt man ein Stück Phosphor, das etwas kürzer als die Röhre selbst ist; solche Röhren stellt man nun 30 bis 40 neben einander in einen Trichter, den man auf eine Flasche setzt, welche auf einen mit Wasser bedeckten Teller gestellt wird; man muß dabei zu verhüten suchen, daß die Phosphorstangen einander nicht berühren. Der Apparat wird dann mit einer Glocke bedeckt, welche an den Seitenwänden

mit zwei einander gegenüberstehenden Öffnungen versehen ist und deren Rand im Wasser des Tellers steht. Durch dieses Mittel bleibt die Luft in der Glocke immer feucht, ihre Erneuerung geht langsam von Statten, welches den Verlust der Säure und die allzuschnelle Verbrennung verhütet. Es ist außerdem nöthig, daß die Luft feucht bleibe, damit die erzeugte Unterphosphorsäure sich mit Wasser sättigen und in den Trichter und von da in die Flasche fließen kann; ohne diese Vorsicht würde sich auf der Oberfläche der Phosphorstrangen ein Überzug bilden und die Verbrennung würde gehemmt werden. Die so bereitete Säure ist schwach; man concentrirt sie anfangs durch eine gelinde Wärme und dann durch Schwefelsäure im luftleeren Raume.

Unterphosphorichte Säure.

(Synonyme. Lat. *Acidum hypophosphorosum*.
Franz. *Acide hypophosphoreux*.)

262. **Eigenschaften.** Diese Säure ist flüssig, von starkem Geschmack und nicht krystallisirbar; sie ist schwerer als Wasser, und kann nicht im wasserfreien Zustand dargestellt werden. Der Einwirkung des Feuers ausgesetzt fängt sie sogleich an, sich in Phosphorwasserstoffgas im Minimum, welches entweicht, in Phosphor, welcher frei wird, und in Phosphorsäure zu zerlegen. Sie ist in allen Verhältnissen im Wasser auflöslich; verschiedenen oxydirten Körpern entzieht sie den Sauerstoff auf sehr kräftige Weise; aber sie kann sich auch mit vielen Salzbasen verbinden und eigenthümliche Salze bilden. Alle diese Salze sind hinsichtlich ihrer großen Auflöslichkeit merkwürdig, sie krystallisiren nur sehr schwer und sind gewöhnlich zerfließlich.

263. **Bereitung.** Dulong entdeckte diese Säure, welche sich immer bei der Behandlung eines Phosphoralkali's mit Wasser bildet; letzteres zerfällt sich, woraus dann unterphosphorichte Säure, oder vielmehr ein unterphosphorichtsaures Salz und Phosphorwasserstoffgas im Maximum hervorgehen. Man zieht das Phosphorbaryum zu diesem Endzweck vor, weil es leicht ist, allen Baryt mittelst einer hinreichenden Menge schwacher Schwefelsäure niederzuschlagen,

sobald das Wasser aufhört zu reagiren. Enthält die Flüssigkeit keinen Baryt und keine Schwefelsäure mehr, so filtrirt man und dampft anfanglich mit Hülfe einer gelinden Wärme ab, beendigt aber dann die Konzentration unter dem Alexipienten der Luftpumpe mittelst konzentrirter Schwefelsäure.

Rose hat vor kurzem die unterphosphorichtsauren Salze untersucht und fand das angegebene Verfahren ziemlich unsicher; er zieht folgendes vor. Man rührt Baryt mit Wasser an, setzt Phosphor dazu und läßt das Gemenge kochen; es entwickelt sich Phosphorwasserstoffgas und es bildet sich unterphosphorichtsaurer Baryt. Sobald die Operation beendigt ist, filtrirt man die Flüssigkeit, welche dieses Salz enthält und setzt einen Überschuß von Schwefelsäure dazu. Der schwefelsaure Baryt wird hierauf durch Filtriren abgeschieden und die neue Flüssigkeit mit kohlensaurem Blei oder Bleioryd zusammen gebracht. Es bildet sich unauflösliches schwefelsaures Blei und sehr auflösliches unterphosphorichtsaures Blei. Die von Neuem filtrirte Flüssigkeit bringt man mit einem Strom von Schwefelwasserstoffgas in Berührung, welches das Blei als Schwefelblei abscheidet und die unterphosphorichte Säure frei macht.

264. Zusammensetzung. Die unterphosphorichte Säure kann auf zweierlei Weise betrachtet werden: als einfache Säure und dann würde sie enthalten:

4 At. Phosphor	=	784,60	oder	72,33
3 At. Sauerstoff	=	300,00		27,66
1 At. Säure	=	1084,60		100,00

oder als ein saures Salz mit Phosphorwasserstoffgas im Maximum als Basis, und sie würde dann bestehen aus:

1 At. Phosphorsäure	=	2 At. Phosphor	=	392,30
		5 At. Sauerstoff	=	500,00
2 At. Phosphorwasserstoffgas im Maximum	=	2 At. Phosphor	=	392,30
		4 At. Wasserstoff	=	24,96
1 At. saures phosphorsaures Phosphorwasserstoffgas	=			1309,56

Wenn man nun diese Säure analysirt, indem man sie in Phosphorsäure verwandelt, so muß man wirklich auch 5 Atome Sauerstoff hinzusetzen, um den Phosphor des Phos-

phorwasserstoffgases zuerst zu säuern, ferner zwei Atome Sauerstoff um den Wasserstoff zu verbrennen, was 7 Atome giebt. Da nun die Phosphorsäure nur 10 Atome enthält, so schließt man, daß die angewendete Säure nur 3 enthalte, obgleich sie recht gut 5 und selbst mehr wegen des freien Wasserstoffes enthalten könnte.

Bei dieser letztern Annahme müßten die Produkte, welche die Säure durch Einwirkung des Feuers liefert, nothwendiger Weise Phosphorsäure, Phosphor und Phosphorwasserstoffgas im Minimum seyn; so lehrt es auch die Erfahrung.

Die unterphosphorichte Säure und Unterphosphorsäure sind also wahrscheinlicher Weise zweifache Verbindungen und nicht ursprüngliche Säuren, wie die Phosphorsäure und die phosphorichte Säure.

Außerdem ist die Phosphorsäure die einzige Verbindung von Sauerstoff und Phosphor, welche sehr beständig ist; alle andern gehen durch Einwirkung der Wärme in sie über; sie thun dieß auch durch Einwirkung vieler oxydierter Körper, denen sie den Sauerstoff entziehen; das Chlor, Brom und Jod bewirken dieselbe Umwandlung, indem sie das Wasser dieser Säuren zersetzen und selbst in Chlormwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure und Jodwasserstoffsäure übergehen. d'Arcet der Sohn zeigte, daß man mittelst Unterphosphorsäure und Jod bei gelinder Wärme sehr reine Jodwasserstoffsäure in Gasform erhält; dieß Verfahren ist dem vorzuziehen, welches bei der Bereitung der Jodwasserstoffsäure angegeben wurde.

Verbindungen des Phosphors mit Chlor.

(Chlorures de phosphore.)

265. Man kennt deren zwei. Beide kann man unmittelbar erhalten, und beide haben viele Eigenschaften mit einander gemein. Ihr größter Unterschied besteht in der Zusammensetzung. Es wird uns leicht werden, sie zu gleicher Zeit mit einander zu betrachten.

Phosphorchlorid.

(Synonyme. Franz. Perchlorure de phosphore.)

266. Eigenschaften. Dieser Körper ist weiß, starr, flüchtig; er röthet das Lackmuspapier, wenn dasselbe vorher auch noch so sorgfältig getrocknet worden ist. Er wird in der Rothglühhitze vom Sauerstoff zersetzt, indem Chlor frei wird und Phosphorsäure sich bildet; durch Wasserstoff wird er auf ähnliche Weise in Chlornwasserstoffsäure und in Phosphor zersetzt; außerdem wird das Phosphorchlorid durch viele Metalle zerlegt, welche sich in Chlormetalle und Phosphormetalle verwandeln. Es verbindet sich mit wasserfreiem Ammoniak und erzeugt dabei eine weiße, geschmack- und geruchlose, feuerfeste, im Wasser wenig auflöslliche und durch Alkalien wenig veränderliche Masse. Nach Grouvelle würde sich diese jedoch durch Einwirkung des Feuers in neutrales chlornwasserstoffsaures und phosphorsaures Ammoniak verwandeln können. Mit Wasser bildet diese Chlorphosphorverbindung zuerst ein flüssiges Hydrat, allein es ist schwierig, dieses Hydrat zu bereiten, denn wenn es nur ganz kurze Zeit mit einem Ueberschuß von Wasser in Berührung bleibt, zersetzt es dasselbe und geht in Chlornwasserstoffsäure und Phosphorsäure über. Das Phosphorchlorid verbreitet in der Luft weiße, ziemlich dicke und sehr stechende Dämpfe.

267. Zusammensetzung. Es besteht aus:

5 At. Chlor	=	1106,60	oder	84,94
1 At. Phosphor	=	196,15		15,06
2 At. Phosphorchlorid	=	1302,75		100,00

Dulong hat sich auf direkte Weise hievon überzeugt, indem er nämlich den durch eine bestimmte Menge Phosphor gebildeten Chlorphosphor gewogen hat.

Phosphorchlorür.

(Synonym. Franz. Protochlorure de phosphore.)

268. Eigenschaften. Es ist flüchtig, farblos, durchscheinend, dichter als Wasser, sehr rauchend und stark äßend. Es kocht bei 78° C. Die Dichtigkeit seines Dampfes ist gleich

5. Sehr trocknes Lachmuspapier röthet es nicht. Das monia! schlägt Phosphor daraus nieder und verwandelt in Phosphorchlorid, mit welchem es sich verbindet. Es hält sich übrigens zum Sauerstoff, Wasserstoff und zu den tallen, wie Phosphorchlorid. Es löst den Phosphor leicht, besonders in der Wärme. Während dem Erkalten setzt dieser bald als Pulver, bald in krystallinischer Form dar- ab. Das Wasser schlägt den Phosphor daraus nieder und zerlegt das Phosphorchlorür wie gewöhnlich. Durch indes Abdampfen wird das Chlor entfernt und der Phosphor bleibt zurück. Lachmuspapier dieses mit Phosphor geschwängert, fängt es in einigen Augenblicken Feuer, und der Phosphor fein zertheilt hat und nun mit der Chlor- mit.

269. Zusammensetzung:
 3 At. Chlor
 1 At. Phosphor
 2 At. Phosphorchlorür

Man beweist dieß, indem man eine bestimmte Menge Phosphorchlorür mit Wasser behandelt, die Chlormwasserstoffe mittelst salpetersaurem Silber niederschlägt und das chl gewaschene und getrocknete Chlorsilber wägt. Ist das Gewicht des Chlors einmal bekannt, so erhält man durch ziehen das des Phosphors.

270. Bereitung. Beide Chlorverbindungen werden auf dieselbe Weise bereitet. Man bringt Phosphor in eine trockene tubulirte Retorte und läßt durch die Öffnung einen Strom von ebenfalls ganz trockenem Chlor gehen. Der Phosphor entzündet sich, verbindet sich mit dem Chlor und erzeugt zuerst flüssiges Phosphorchlorür. Unterbricht man

Operation etwas, bevor aller Phosphor verschwunden ist, schließt dann die Retorte und läßt sie einige Tage lang stehen, so wird alles gebildete Phosphorchlorid in Phosphorchlorür verwandelt. Man destillirt dann bei gelinder Wärme, um den überschüssigen Phosphor abzuscheiden. Dieser bleibt in der Retorte und das Phosphorchlorür geht über.

Läßt man im Gegentheil statt die Operation, wie oben gesagt, zu unterbrechen fortwährend Chlor einströmen und zwar so lange bis die ganze Masse fest geworden ist, und selbst etwas länger, so bekommt man Phosphorchlorid mit etwas freiem Chlor; dieses entweicht aber bei gelinder Hitze und nimmt nur sehr wenig Phosphorchlorid mit, sobald man die Temperatur von 100 c. nicht überschreitet.

Verbindungen des Phosphors mit Brom.

(Synonym. Franz. Brômures de phosphore.)

271. Balard lehrte uns zweierlei Arten Bromphosphor kennen. Man erhält sie, wenn man Phosphor und Brom, beide vollkommen trocken, mit einander in Berührung bringt. Die Wirkung ist lebhaft; sie ist von Wärme- und Lichtentwicklung begleitet. Es bilden sich beide Bromverbindungen zu gleicher Zeit, und unterscheiden sich darin, daß das Phosphorbromür flüssig, das Phosphorbromid aber fest und krystallisirt ist. Bringt man eine neue Menge Brom mit Phosphorbromür zusammen, so verwandelt sich derselbe in Phosphorbromid und umgekehrt wird dieses wieder Phosphorbromür, sobald man überschüssigen Phosphor hinzubringt. Das Phosphorbromür kann selbst noch überschüssigen Phosphor auflösen, aber durch die Destillation wird dieser leicht wieder entfernt.

Das Phosphorbromür ist bei 12° noch flüssig; es verbreitet in der Luft stechende Dämpfe; mit Wasser zusammengebracht, bildet es phosphorige Säure und Bromwasserstoffsäure.

Das Phosphorbromid, obgleich bei der gewöhnlichen Temperatur fest, kann geschmolzen werden und bildet dann eine rothe Flüssigkeit, welche bei stärkerer Hitze sich in Dämpfe von derselben Farbe verwandelt. Beim Erkalten krystallisirt es in Rhomboedern oder Nadeln von gelber Farbe. Es erzeugt auch in Berührung mit der Luft Dämpfe. Mit Wasser zersetzt er sich; es bilden sich Phosphorsäure und Bromwasserstoffsäure.

Jodphosphor.

(Synonym. Franz. Jodure de phosphore.)

272. Der Phosphor verbindet sich mit Jod in verschiedenen Verhältnissen unter Wärmeentwicklung, aber ohne Lichterscheinung. Ein Theil des ersten giebt mit acht Theilen vom zweiten eine braun-orangerothe Verbindung, die bei ungefähr 100° schmelzbar ist und sich bei einer höhern Temperatur verflüchtigt. Mit Wasser in Berührung gebracht, entwickelt sich Phosphor in Flocken niederer enthält phosphorige Säure.

Ein Theil Phosphor eine grau-schwarze, kristalline Masse. In Wasser gebracht, bildet phosphorige Säure und phosphoriges Gas dabei entweicht.

orn 1 8; es wird ablagern und das farblose Wasser und Jodwasserstoffsäure.

sechzehn Theile Jod geben bei 29° schmelzbare Masse. daraus farblose Jodwasserstoffsäure ohne daß Phosphorwasser

Ein Theil Phosphor schwarzen, bei 46° theil Wasser löst denselben mit Wärmeentwicklung auf, aber die Auflösung hat eine sehr intensiv-braune Farbe, welche erst nur dann verschwindet, wenn man sie längere Zeit einer gelinden Wärme aussetzt.

24 Theile Jod geben einen Körper. Das Wasser löst auf, aber die Wärmeentwicklung auf,

Die Proportion von 1 Phosphor zu 16 Jod ergiebt sich ungefähr aus dem Verhältniß des Phosphors zum Jod, wenn man annimmt, daß sich der Phosphor in phosphorige Säure verwandelt. Die folgende Proportion von 1 Phosphor zu 24 Jod würde Jodwasserstoffsäure geben, wenn der Phosphor sich in Phosphorsäure verwandeln würde. Ist aber das angewendete Wasser in zu großer Menge da, so bleibt freies Jod zurück, welches sich in der gebildeten Jodwasserstoffsäure auflöst und es erzeugt sich nun phosphorige Säure. Diese verwandelt das Jod nur durch die Konzentration in Jodwasserstoffsäure, indem sie selbst in Phosphorsäure übergeht; aus diesem Grunde erhält man aus der

Verbindung von 1 Theil Phosphor und 24 Theilen Jod eine gefärbte Säure, weil sie viel Jod aufgelöst hält. Man erhält also, daß sich immer phosphorige Säure bildet, so

bald Phosphor im Ueberschuß vorhanden ist, und Phosphorsäure, sobald das Jod über 16 Theile auf 1 Theil Phosphor beträgt und man die Flüssigkeit abdampft.

Schwefelphosphor.

(Synonym. Franz. Sulfure de phosphore.)

273. Eigenschaften. Schwefel und Phosphor bilden zusammen mannigfaltige Verbindungen, welche alle bei gewöhnlicher Temperatur die Zersetzung des Wassers bewirken und Schwefelwasserstoff, Phosphorsäure und phosphorige Säure erzeugen. Bei einer Temperatur von 80 oder 100° geht diese Reaction selbst ziemlich rasch vor sich und bringt heftige Explosionen hervor. Diese Verbindungen sind gewöhnlich durch Phosphoroxyd und andre darin enthaltenen Stoffe verunreinigt. Die Schwefelphosphorverbindungen sind flüchtig, von weißlicher Farbe, die bald ins Grüne, bald ins Rothe spielen; sie sind theils flüchtig, theils halbfest, auch fest je nach den verschiedenen Verbindungsverhältnissen. Bei gewöhnlicher Temperatur entzünden sie sich leichter als Phosphor. Sie sind leichter schmelzbar als Schwefel oder Phosphor und sind selbst zuweilen bei der gewöhnlichen Temperatur noch tropfbar flüchtig.

Wenn man eine dieser Verbindungen mit einer Auflösung von Ammoniak schüttelt und sie einige Stunden stehen läßt, so verschwinden alle Unreinigkeiten, so wie ihre röthliche oder braune Farbe, und es erscheint dieselbe hellgelb von Farbe, halbdurchsichtig und wird flüssiger. Ins Wasser gebracht, bewirkt sie selbst in mehreren Wochen in demselben keine merkbliche Veränderung.

Eine auf diese Weise von Faraday bereitete Verbindung, welche ohngefähr 5 Theile Schwefel und 7 Theile Phosphor enthielt, war bei $-6,7^{\circ}$ nicht fest und bei 0° noch sehr flüchtig. Einige Wochen in einer Flasche unter Wasser aufbewahrt, setzte sie reinen Schwefel in Krystallen ab. Ihre Schmelzbarkeit wurde vermindert; sie nahm krystallinische Gestalt an, nachdem sie einige Stunden in einer Atmosphäre bei 3 oder 4 Grad Wärme gestanden hatte und bildete ohne

schwefel eine Verbindung in bestimmtem Verhältniß. Diese schien aus 4 Theilen Schwefel und 8 Theilen Phosphor gebildet zu seyn; man erhält auch wirklich, wenn man beide Körper im angegebenen Verhältniß vereinigt, eine Verbindung, welche die nämlichen Eigenschaften darbietet. Übrigens darf man dieß Verhältniß nur als ein der Wahrheit näherndes betrachten, welches anzuzeigen scheint, daß das Produkt aus 1 Atom Schwefel und 2 Atomen Phosphor besteht.

Folgende Tabelle zeigt nach Vellelier's Versuchen die Schmelzbarkeit der Schwefelphosphorverbindungen in verschiedenen Verhältnissen an:

			Ed	mit
100	Phosphor und	12,1	Schwefel bei	25° C
100	—	25	—	15°
100	—	50	—	10°
100	—	100	—	5°
100	—	200	—	12°,2
100	—	300	—	37,5

Man wird sich aus dem früher Gesagten noch erinnern, daß der Phosphor bei 42° C. und der Schwefel bei 107° erst schmilzt.

274. **Bereitung.** Es ist diese nicht ohne einige Schwierigkeit, man mag beide Stoffe trocken oder unter Wasser verbinden. In letzterem Fall kann die Zersetzung des Wassers offenbar sogleich geschehen. Man vermeidet, daß sie zu schnell Statt finde und mithin Gefahr bringe, indem man die Temperatur nur auf ungefähr 60° erhöht, nie aber über 70°. Man bringt 10 Gramme Phosphor in ein Zylinderschiff (Taf. 1. Fig. 15.), setzt eine angemessene Menge Schwefelblumen und 30 oder 40 Gramme Wasser von 60° hinzu; das Glas wird nun in ein Marienbad gestellt, dessen Wasser 1 Grad hat, um die Temperatur des Gemenges zu erhalten; endlich rührt man dieses mittelst eines Glasstabs um, bis die Verbindung vollständig Statt gefunden hat.

Will man den Phosphor und Schwefel trocken verbinden, so muß man sich sehr hüten, die Stoffe auf einmal in Berührung zu bringen. Man wählt in diesem Fall eine Röhre,

welche einen Zoll im Durchmesser auf sechs bis 8 Zoll Fö hält. Zuerst schmelzt man den Phosphor darin und wirft d Stangenschwefel stückchenweise hinzu. Jedes Stückchen bew ein Verknistern, begleitet durch ein schwaches Zischen, wel von dem in geringer Menge sich entwickelnden Schwefelstoffs gas herrührt, das vom Wasserstoff des Schwefels Phosphor's kommt oder von einer kleinen Menge Wa das noch an diesen Stoffen hängt, gebildet wird. Man immer warten bis das Stückchen völlig verschwunden ist, man ein Neues hinzufügt: man erkennt dieß, indem man einem Stäbchen umrührt.

Benutzung. Man wendet diese Verbindungen an; man könnte sie jedoch zur Bereitung der Phosphorfe zeuge gebrauchen, wegen der Leichtigkeit, mit welcher sie der Berührung mit der Luft Feuer fangen.

Capitel X.

Stickstoff. — Ammoniak. — Atmosphärische
Luft. — Stickstoffoxydul und Stickstoff-
oxyd. — Untersalpetrische Säure. —
Salpetrische — — — — — Salpe-
tersäure. — — — — — .nd
— — — — — Jodst

275. Der einfache Gegenstand dieses Kapitels merkwürdigsten Stoffe betr. tet. Seine Verbindungen schaften; sie sind im Allgen es einige, welche den gers Widerstand leisten, wie wol schwer zu erklären, warum der Stickstoff fast niemals sich mit den andern einfachen oder zusammengesetzten Körpern direkt verbinden kann. Bis jetzt kennt man in der That kei- nen Stoff, der unter irgend einem Einfluß und in kürzerer Zeit sich mit dem gasförmigen Stickstoff zu verbinden fähig ist. Deshalb kennt man auch kein directes Mittel, welches die Gegenwart des Stickstoffs in einer Zusammensetzung oder einem gasigen Gemenge nachwiese. Alle Eigenschaften die- ses Körpers sind negativ, man nimmt deshalb an, daß ein Gas Stickgas sey, sobald es keine der Eigenschaften besitzt, welche die übrigen bekannten Gasarten charakterisiren. Auf diese Weise kann man sich auch die besondern Schwierigkei- ten erklären, welche die Untersuchung dieses Körpers den Che- mikern des letztverflossenen Jahrhunderts darboten mußte. Während sich Lavoisier's Theorie sogleich auf alle andern un- ten Substanzen anwenden ließ, konnte der Stickstoff seine Verbindungen lange nicht dadurch erklärt werden,

weil man seine Gegenwart durch kein spezielles Reagens nachweisen konnte.

Es bedurfte der vereinigten Anstrengungen der geschicktesten Chemiker jener Epoche sowohl als unserer Zeit noch um die zahlreichen und wichtigen Erscheinungen, welche dieser Körper in seinen Verbindungen darbietet, auf eine einfache und zugleich strenge Weise genügend zu erklären. Doch Dank diesen Anstrengungen, die Geschichte des Stickstoffes kann gegenwärtig als Muster dienen, und wenn noch einige Schwierigkeiten zu überwinden bleiben, so sind diese wenigstens in eine Reihe heutiges Tags so dunkler Erscheinungen verwiesen, daß die Enthüllung ihrer Ursachen vielleicht einer neuen Revolution in der Chemie vorbehalten ist.

Das Stickgas, welches man anfänglich mit der Kohlenensäure verwechselte, wurde von Rutherford im Jahr 1772 zuerst davon unterschieden.

Wir werden die Geschichte dieses Körpers und seiner Verbindungen einigermaßen ausführlich geben. Seine Wichtigkeit beim Studium der chemischen Erscheinungen ist leicht einzusehen, da er einen der wesentlichen Grundstoffe der Atmosphäre, welche die Erdoberfläche umgiebt, ausmacht und da er ein Bestandtheil der meisten thierischen und mehrerer Pflanzenstoffe ist, da er ferner zur Bildung des Ammoniak's, der Salpetersäure oder des Scheidewassers und deswegen auch des Salpeters und Schießpulvers beiträgt, und da er endlich in bedeutender Menge im Berliner Blau enthalten ist.

Stickstoff.

(Synonyme. Stickluft, Salpeterstoff, verdorbene Luft. Lat. Nitrogenium. Franz. Azote, Nitrogène.

276. Eigenschaften. Der Stickstoff ist in reinem Zustand immer gasförmig. Bei der gewöhnlichen Temperatur und dem gewöhnlichen Luftdruck ist er farblos und ohne Geruch und Geschmack; er löscht brennende Körper aus. Bei gleicher Temperatur und gleichem Luftdruck verhält sich sein Strahlerbrechungsvermögen zu dem der Luft wie 1,02

zu 1,000. Nach Berzelius und Dulong ist seine Dichtigkeit gleich 0,976.

277. **Vereitung.** Man verschafft sich der Stickstoff fast immer aus der Luft, indem man den Sauerstoff durch Phosphor, die Kohlensäure durch Kali und den Wasserdampf durch Chlorcalcium absorbiren läßt. Zu diesem Endzweck nimmt man eine Glasglocke, die zwei oder drei Liter halt und stellt auf eine Korkplatte von geringerem Durchmesser als die Glocke eine Kapelle aus Knochenerde mit zwei oder drei Gramm Phosphor. Sobald man die Korkplatte auf die Wasserwanne so gelegt hat, daß sie der Flüssigkeit schwimmt, so zündet man sie an und bedeckt ihn mit der mit Luft erfüllten Glocke, in Sorge tragend, daß die Öffnung etw. Fläche kommt, um die Verbindung zwischen der äußern Luft zu unterst nicht erneuern und man brüseln mit einem Überschusse bestimmter Menge derselben in Berührung, der es wird nun aufgesetzt, erstlich Sauerstoff's bemächtigt und zweitens dem der Hitze, die sie, während der Verbrennung entwickelt. Während sein Volumen durch die erste Ursache vermindert wird, wird es durch die zweite vermehrt und letztere Wirkung ist in den ersten Augenblicken des Experiments weit stärker als die andre. Man sieht deshalb auch von allen Seiten die in der Glocke enthaltene Luft unter dem Glockenrand hervortreten, und muß deshalb diese unterstützen, da das Entweichen der Luftblasen sie umwerfen könnte. Aber bald wird das Verschwinden des Sauerstoff's überwiegend, und man sieht die Flüssigkeit in der Glocke steigen, während die Flamme des Phosphor's blässer wird und endlich auslöscht. Die weißen Dämpfe der Phosphorsäure, welche sich anfangs an den Wänden der Glocke als Flocken absetzen, lösen sich sogleich im Wasser auf, welches die Wände berührt. Das Gas, welches nach dieser Operation zurückbleibt, ist noch nicht rein. Es enthält noch eine kleine Menge Sauerstoff, Kohlensäure und Phosphordampf.

Der Sauerstoff wird nun vollends weggeschafft, indem man in das Gas einige Phosphorstangen bringt, die auf Glasröhren gelegt werden. Man läßt sie einige Stunden darin, oder noch besser, bis der Phosphor endlich aufgehört hat, im Dunkeln zu leuchten.

Um sich nun auch der Kohlensäure und des Phosphordampfes zu entledigen, läßt man das Gas in Flaschen mit eingeriebenem Glasstöpsel treten, worin man noch etwas Wasser gelassen hat. Man bringt dann einige Stücke Kali oder Kalihydrat hinein, wobei man immer Sorge trägt, den Hals unter Wasser zu halten; hierauf verschließt man die Flaschen, nachdem man die Stöpsel vorher mit etwas Fett eingerieben hat, nimmt sie dann aus dem Wasser und schüttelt sie einige Minuten stark um. Das Kalihydrat löst sich auf, absorhirt die Kohlensäure und dabei entsteht etwas kohlensaures Kali. Der Phosphordampf wird niedergeschlagen, und um das Gas auch wasserfrei zu erhalten, braucht man es bloß jetzt in Flaschen auszuleeren, welche man damit vollkommen füllt und in welche man Chlorcalcium in Stücken oder recht frischen ungelöschten Kalk thut. Nach Verlauf von 24 Stunden ist das Gas voll kommen wasserfrei und trocken.

278. Benützung. In diesem Zustand der Reinheit wird das Stickgas nur zu einigen chemischen Experimenten gebraucht. Da es fast auf keinen bekannten Körper wirkt, so dient es sehr vortheilhaft zur Bildung künstlicher Atmosphären, innerhalb welcher man Körper in Berührung bringt, welche auf den Sauerstoff der Luft oder auf andre Gase wirken würden, wenn sie sich darin befänden. Seine Anwendung in diesem reinen Zustande ist also sehr beschränkt.

Ammoniak oder Stickstoffwasserstoff.

(Synonyme. Ammonium, flüchtiges Augensalz.
Lat. Ammoniacum. Franz. Ammoniaque.)

Das Ammoniak war den alten Chemikern bekannt. Sie bezeichneten es mit dem Namen flüchtiges Alkali, welchen es noch jetzt führt. Seine Zusammensetzung war ihnen unbekannt, und man muß bedauern, daß sein Name nicht verändert wurde, als Berthollet dieselbe nachwies.

Das Ammoniak erzeugt sich durch direktes Zusammenbringen seiner Bestandtheile nur unter seltenen und keineswegs ökonomischen Umständen, deren man sich nie zur Fabrication bedienen könnte. Alles dasjenige, welches gewonnen wird, es mag nun frei oder mit andern Stoffen verbunden seyn, kommt aus thierischen Stoffen, welche entweder nach und nach durch den Einfluß der Zeit oder schnell durch eine erhöhte Temperatur zersezt werden. In der That enthält der Harn beinahe aller Thiere Ammoniak in Menge, wenn er in Faulniß übergegangen ist. 2^{te} Jahrhunderte lang gewannen die Egyptier aus dem Harn Ammoniak (Sehwasser) und handelten damit. Wißt der Kammele, womit sie allein handeln.

Seit einigen Jahren thierischer Stoffe in Ammoniak, als man gebräuchlicher weiter unten beschreiben, zeigte, daß man sie vor

le Destillation
f und Ammoniak
denn diese Kunst
s war es, welcher zuerst
n kann.

279. **Bereitung.** Man in einem kleinen Mörtel ungefähr gleiche Theile ungelöschten Kalk und Salmiak zusammenreibt und das Gemenge unter die Nase bringt, so wird man einen lebhaften, durchdringenden Geruch empfinden, welcher die Schleimhaut der Nase und des Schlundes reizt und zugleich auf die Augen wirkt und Thränen erzeugt. Diese eigenthümliche Wirkung rührt vom Entweichen eines gasförmigen Stoffes her, den man leicht auffangen kann. Man nehme 50 Grammt ungelöschten Kalk und eben so viel Salmiak, pulverisire jedes für sich und menge es dann so schnell als möglich; hierauf bringe man dann das Ganze in eine Glasretorte und fülle diese zu drei Viertheilen voll; man befestigt hierauf eine kleine gekrümmte Röhre an ihren Hals, taucht diese unter Quecksilber und erhitzt nun die Retorte allmählich, entweder durch Kohlfener oder durch eine Weingeistlampe. Bald wird sich dann ein Gas entwickeln, das man in zylindrischen Probierröhrchen, die man zuvor mit Quecksilber angefüllt hat, auffängt. Man kann von der gänzlichen Entfernung der Luft aus den Gefäßen und der Reinheit des Gas

ses überzeugt seyn, sobald Letzteres von etwas Wasser, welches man in das Probiervlas bringt, vollkommen absorbiert wird.

Um die Vorgänge bei dieser Operation gehörig begreifen zu können, muß man bemerken, daß das Ammoniakgas alkalische Eigenschaften besitzt. Davon kann man sich leicht überzeugen, indem man ein Stück feuchtes Kurkumapapier in ein mit diesem Gas angefülltes Probiervlas bringt, wodurch dann augenblicklich eine Röthung desselben bewirkt wird; oder man kann statt dessen etwas durch Beilchensyrup blaugefärbtes Wasser hinzubringen, so wird das Gas davon absorbiert werden und die Flüssigkeit wird grün gefärbt; auch etwas Wasser, was durch Schwefelsäure oder Chlornasserstoffsäure schwach gesäuert worden, kann man einbringen und das Gas wird zwar bei einer sehr geringen Quantität Säure noch gänzlich davon absorbiert werden, allein die Flüssigkeit wird alle Kennzeichen einer alkalischen Auflösung noch beibehalten und diese Eigenschaft erst durch Zusatz einer neuen Menge Säure endlich ganz verlieren. Weiß man nun, daß der Salmiak, wie wir später sehen werden, aus Chlornasserstoffsäure und Ammoniakgas besteht und daß er folglich chlornasserstoffsäures Ammoniak ist, so wird daraus äußerst einfach und leicht der angeführte Versuch erklärt und verstanden werden können. Der Wasserstoff der Chlornasserstoffsäure und der Sauerstoff des Kalks bilden zusammen Wasser, das Chlor verbindet sich mit dem Calcium, es bildet sich Chlorkalcium, welches selbst wieder mit einem Theil des Kalks eine Verbindung eingeht, um eine eigenthümliche, aus Chlorkalcium und Calciumoxyd bestehende, Verbindung zu bilden.

Das freigewordene Ammoniak entweicht in Gasgestalt, welche ihm bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck eigenthümlich ist.

280. *Physische Eigenschaften.* Das auf diese Art bereitete Ammoniakgas ist farblos, sehr scharf und äzend; sein starker und stechender Geruch läßt es leicht erkennen; man kann es nicht athmen, ohne schnell einen Reiz auf der Schleimhaut der Nase und des Mundes zu fühlen; es verursacht Thränen. Als Alkali steht es an Stärke dem Kali und Natrum kaum nach. Seine Wirkung auf den Beilchen-

forum und das Rorkumapapier ist sehr stark; seine Dichtigkeit ist $\approx 0,591$, sein Strahlenbrechungsvermögen $\approx 1,309$.

Bis auf die neueste Zeit glaubte man, das Ammoniak sey stets gasförmig, wie die meisten Gasarten; Faraday aber zeigte zuerst, daß es fähig ist, in den flüssigen Zustand überzugehen. Clonnet und Hachette hatten bemerkt, daß, sobald man einen Strom dieses Gases in ein Gefäß, das bis zu -41° C. erkältet worden, leitet, sich eine kleine Menge Flüssigkeit absetzt. Man schrieb diese Erscheinung dem wasserhaltigen Zustand des Gases zu und die geringe Menge der erhaltenen Flüssigkeit erlaubte keine weiteren Untersuchungen.

281. Nicht so verhält es sich mit Faraday's Untersuchungen (Kastner's Archiv Bd. 1. S. 97.). Um sich vor jedem Einwurf zu sichern, suchte er zuerst wasserfreies Ammoniak zu bekommen; er fand dieß auch in einer eigenthümlichen Zusammensetzung, welche er Gelegenheit hatte zu untersuchen. Das trockne Chlorsilber absorbiert das Ammoniakgas auch wasserfrei und zwar mit einer solchen Leichtigkeit, daß 1 Gramm Chlorsilber 320 Kubik Centimeter Ammoniakgas condensiren kann. Diese übrigens wenig gekannte Verbindung ist sehr unbeständig. Bei 33° C. zerfällt sie, das Ammoniakgas nimmt seine elastische Gestalt wieder an und entweicht; das Chlorsilber verändert sich dabei nicht. Faraday schloß eine bestimmte Quantität dieser Verbindung in eine gekrümmte Glasröhre ein, welche er sorgfältig an der Lampe zuschmolz. Er erhitzte das Ende, wo sich das Chlorsilber befand, welches bald schmolz und dann kochte. Er erkaltete das andere Ende mit etwas Eis, worauf das freigeswordene Ammoniakgas sich bald im kalten Theile der Glasröhre in flüssiger Gestalt zu condensiren anfieng.

In diesem Zustand ist das Ammoniak ohne Farbe, durchsichtig und sehr flüssig. Sein Strahlenbrechungsvermögen ist stärker als das des Wasser's. Seine Dichtigkeit ist im Vergleich zum Wasser $\approx 0,76$. Bei $+10^{\circ}$ C. übt sein Dampf schon einen Druck von 6,5 Atmosphären aus.

Der zu diesem Versuch angewendete kleine Apparat bietet eine eigne Erscheinung dar. Ist das Experiment beendet, das Chlorsilber seines Ammoniaks gänzlich beraubt und

dieses befindet sich als tropfbare Flüssigkeit am entgegengesetzten Ende der Röhre, so reicht schon die bloße Erkaltung des Chlorsilbers hin, um ihm die Eigenschaft wieder zu ertheilen, das Ammoniakgas zu absorbiren. Dieß tritt auch sogleich ein; die Flüssigkeit gerath ins Kochen und wird der Apparat in einer Temperatur von 50° c. erhalten, so wird die erste Verbindung wieder hergestellt, ohne daß nur irgend eine Spur von dem vorgenommenen Versuche zurückbleibe.

Dussy ließ Ammoniakgas in eine dünne Glasugel treten, welche durch Verdampfung von flüssiger schweflichter Säure an der Luft erkaltet war, und erhielt es so ebenfalls im flüssigen Zustand.

282. Die Hitze scheint auf das Ammoniakgas keinen Einfluß zu haben. Priestley erwähnt jedoch, daß es sich zersetzt, wenn man es in eine glühende Porzellan- oder Glasröhre leitet, welche einen kleinen Durchmesser hat. Nach Lhenard aber geht das ganz trockne Gas unverändert durch die Röhre, wenn diese innen sehr rein und glasirt ist und sich die Temperatur nicht viel über die Kirschrothglüh- hitze erhebt. Indesß ist es wahrscheinlich, daß eine höhere Temperatur eine gänzliche oder theilweise Zersetzung des Gases hervorrufen würde, besonders wenn man die Röhren mit Porzellanstückchen anfüllt. Auf jeden Fall kann man mit Gewißheit annehmen, daß das trockene Ammoniakgas beim Durchstreichen durch eine Porzellanröhre von 8 oder 10 Millimeter im Durchmesser und bei einer Kirschrothglüh- hitze oder bei noch etwas höherer Temperatur keine Veränderung erleidet, wenn es selbst sehr langsam durchströmt. Beim Herausstreten aus der Röhre, über Quecksilber aufgefangen und mit Wasser in Berührung gebracht, tritt dieß in dem Glas sogleich in die Höhe und das Gas verschwindet völlig. Ubrigens wirkt es auf Pflanzenfarben, wie gewöhnlich, und hat keine seiner ursprünglichen Eigenschaften verloren.

283. Zusammensetzung. Anders verhält sich dieser Körper gegen die Electricität; diese zersetzt das Gas und bietet ein wichtiges Hülfsmittel zu seiner Analyse dar. Berthollet entdeckte die wahre Natur des Ammoniak's und mit Hülfe

der Electricität gelang es seinem Sohne das genaue Verhältniß seiner Elemente zu bestimmen.

Das Ammoniak wird aus 3 Volumtheilen Wasserstoff und 1 Vol. Stickstoff, die zu zwei Vol. verdichtet sind, gebildet. Um dieß zu beweisen, unterwirft man ein bestimmtes Volum dieses Gases, der Einwirkung einer Reihe electricischer Funken. Von allen hierzu anwendbaren Apparaten ist der gewöhnliche Quecksilbereudiometer der einfachste und er wird deshalb auch gewöhnlich vorzugsweise dazu angewendet. Die Einwirkung ist so langsam, daß für 10 Kubikcentimeter dieses Gases, 6 bis 8 Stunden wenigstens nothwendig sind, um die Zersetzung vollständig zu machen, selbst wenn die angewendete Elektrisirmaschine stark ist. Das Volum des erhaltenen Gasgemenges ist dann doppelt so groß geworden. Es hat seinen Geruch, seinen Geschmack und seine Einwirkung auf den Veilchensyrup und das Curcumapapier verloren. In einer kleinen Quantität Wasser ist es nicht merklich auflöslich. Durch die Analyse mittelst Sauerstoff in den Volta'schen Eudiometer findet man, daß der Rückstand aus 15 Kubikcentimeter Wasserstoff und 5 Kubikcentimeter Stickstoff besteht.

Alle übrigen, häufig angestellten Untersuchungen haben dieß Resultat bestätigt. Das Gas besteht also aus:

1 At. Stickstoff	=	88,52	oder	82,53
3 At. Wasserst.	=	18,73		17,47
2 At. Ammoniak	=	107,25		100,00

284. Chemische Eigenschaften. Man sollte in Folge der Zusammensetzung vermuthen, daß die Wirkung des Sauerstoffs auf's Ammoniak sehr lebhaft sey. Bei der gewöhnlichen Temperatur ist dieß jedoch gar nicht der Fall; mengt man aber gleiche Theile Ammoniak und Sauerstoff über Quecksilber in einem Zylinderglas und bringt es unter eine brennende Kerze, so findet Entzündung und Detonation statt. Eben dieß ist der Fall, wenn das Gemenge in einem Quecksilber-Eudiometer dem electricischen Funken preisgegeben wird. In diesem Fall ist die Wirkung so stark, daß der Apparat gewiß zerschmettert würde, wenn man ein gewöhnliches Eudiometer und eine zu beträchtliche Gasmenge an

wenden wollte. Man muß sich also eines sehr dicken Cubometers bedienen, oder das Gemenge, das man detoniren lassen will, in kleinen Portionen nach und nach nehmen.

Die Luft kann das Ammoniak ebenfalls zersetzen; aber der Versuch gelingt nicht gut, wenn man nicht das Gemenge der Wirkung der Glühitze in einer glühenden Röhre aussetzt und zwar so, daß alle Theile desselben nach und nach in diese Temperatur versetzt werden. Man läßt Luft und Ammoniak getrennt in das eine Ende einer glühenden Porzellanröhre treten und sammelt dann die Produkte mittelst einer am andern Ende angebrachten, gebogenen Röhre.

Operirt man mit einem Gemenge von Sauerstoff und Ammoniak, so sind die Produkte Wasser, Stickstoff und eine kleine Menge Salpetersäure oder salpetersäures Quecksilber. *) Nimmt man statt des Sauerstoffs atmosphärische Luft, so bleiben die Produkte dieselben, man muß nur den in der Luft enthaltenen Stickstoff in Rechnung bringen, der sich mit demjenigen vereinigt, der aus dem Ammoniak hervorgeht.

Daraus läßt sich nun einsehen, was vor sich geht, sobald man eine angezündete Kerze in ein mit Ammoniakgas gefülltes Zylinderglas taucht. Wie man leicht voraussehen kann, erloscht sie; bringt man aber die Kerze langsam und mit Vorsicht hinein, so sieht man, daß die Flamme größer wird, eine gelbe, dann blaue Farbe annimmt und endlich völlig verschwindet. Diese Erscheinungen rühren von der Gegenwart einer kleinen Quantität Luft her, welche das die Flamme unmittelbar umgebende Ammoniakgas zersetzt, wegen der hohen Temperatur der ersteren. Diese Wirkung zeigt sich noch deutlicher, wenn man das Eintauchen der Kerze mehrmals wiederholt, was die Mengung der Luft erleichtert, oder wenn man mit einem im Voraus gemachten Gemenge von Ammoniak und atmosphärischer Luft den Versuch anstellt.

Nach der Zusammensetzung dieses Gases erfordern 100 Vol. desselben 75 Vol. Sauerstoff, um sich in Wasser und

*) Das salpetersäure Quecksilber entsteht nämlich durch die Einwirkung der gebildeten Salpetersäure auf das Quecksilber, über welchem die Gase angetan- gen werden.

Stickgas zu verwandeln; aber durch die zufällige Bildung einer kleinen Menge Salpetersäure erhält man kein ganz reines Resultat. Das Gemenge detonirt mit Hülfe der Hitze oder des electrischen Funken's in allen Verhältnissen, welche innerhalb der Gränze von 3 Sauerstoff und 1 Ammoniak einerseits und 2 Ammoniak und 1 Sauerstoff andererseits eingeschlossen sind.

Der Wasserstoff wirkt nicht auf das Ammoniak. Chlor und Jod dagegen wirken im kalten Zustande auf diesen Körper und geben mit ihm verschiedene Produkte, welche wir später untersuchen werden (Chlorstickstoff, Jodstickstoff). Für jetzt genügt es einstweilen, zu erwähnen, daß das Chlor das gasförmige oder in Wasser aufgelöste Ammoniak zersetzt, den Stickstoff frei macht, in Chlornwasserstoffsäure übergeht und dann chlornwasserstoffsäures Ammoniak bildet. Sind Chlor und Ammoniak in Gasform, so findet die Einwirkung unter Wärme und Lichtentwicklung statt. Dasselbe geschieht zwischen gasförmigem Chlor und flüssigem Ammoniak, nicht mehr aber, wenn beide im Wasser aufgelöst sind. Jod, in Berührung mit trockenem Ammoniak, absorbirt dieses Gas und bildet eine schwärzliche Flüssigkeit. Der Schwefel wirkt nur in der Hitze darauf, und es bildet sich dann schwefelwasserstoffsäures Ammoniak und Stickstoff.

285. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck, löst das Wasser eine große Menge Ammoniakgas auf; es absorbirt wenigstens den dritten Theil seines Gewicht's oder ungefähr vier bis fünfhundertmal sein Volumen. Setzt man Wasser in Berührung mit einem, mit reinem Ammoniakgas gefüllten Gefäß, so stürzt die Flüssigkeit in dasselbe, wie in den leeren Raum hinein. Das Probiervlas wird selbst sehr oft durch den heftigen Stoß der Wassersäule zerbrochen. Das Aufsteigen wird weniger rasch seyn, wenn das Gas eine sehr kleine Blase atmosphärischer Luft oder eines unauflösliehen Gases enthält. Selbst vom Eis wird das Ammoniakgas absorbirt. Bringt man ein kleines Stück Eis in ein mit diesem Gas angefülltes Zylinderglas, welches durch Quecksilber gesperrt ist, so schmilzt es bald, absorbirt das Gas und das Quecksilber steigt rasch bis zur

Spitze des Probierglases. Während diese Auflösung vor sich geht, steigt die Temperatur des Wasser's; auch ist es unumgänglich nothwendig, die Gefäße erkalten zu lassen, wenn man eine beträchtliche Quantität der Auflösung bereiten und sie concentrirt erhalten will. Gleichzeitig vermehrt sich das Volumen der Flüssigkeit und die Dichtigkeit vermindert sich. Man berechnet die Vermehrung des Volums auf ein Neuntel des angewendeten Wasser's, eine Berechnung, welche man jedoch nicht als völlig sicher betrachten darf. Davy machte drei Versuche um die Gasmenge, welche der Dichtigkeit der Auflösung entspricht, zu bestimmen. Nach diesen Versuchen entwarf er folgende Tabelle, indem er annahm, daß, wenn man Wasser und eine Ammoniakauflösung mengt, die Dichtigkeit des Gemenges gleich ist der mittlern Dichtigkeit beider Flüssigkeiten. Man darf also die Zahlen in dieser Tabelle nur als Annäherungen zur Wahrheit betrachten: 1.) weil sie auf zu wenig Thatsachen beruhen, 2.) weil sie auf die Absorption in Volumen gegründet sind und Davy sie nach der Dichtigkeit des Ammoniakgases berechnet hat, die er nur 8mal so groß als die des Wasserstoffgases annahm, während sie doch eigentlich in der Wirklichkeit 8,5mal größer als diese ist. Es folgt daraus, daß die auf der Tabelle angegebenen Mengen von Ammoniakgas ungefähr $\frac{1}{4}$ durchgängig zu gering angegeben sind; doch kann man sich dieser Tabelle immer mit Nutzen bedienen, bis man eine bessere besitzt. Die drei Sternchen zeigen die durch die Experimente erhaltenen Resultate an.

Hundert Theile der Auflösung enthalten dem Gewicht nach:

spezifisches Gewicht.	Ammoniak.	Wasser.
0,8750 ^a	32,50	67,50
0,8875	29,25	70,75
0,9000	26,00	74,00
0,9054 ^b	25,37	74,63
0,9166	22,07	77,93
0,9255	19,54	80,46
0,9326	17,52	82,48
0,9385	15,88	84,12
0,9435	14,53	85,47
0,9476	13,46	86,54
0,9513	12,40	87,60
0,9545	11,56	88,44
0,9573	10,82	89,18
0,9597	10,17	89,83
0,9619	9,60	90,40
0,9692 ^c	9,50	90,50

Die wässrige Ammoniakauflösung ist farblos, hat einen scharfen, ätzenden Geschmack, einen durchdringenden Geruch, dem des Gases ähnlich ist; sie wirkt auf Kurkuma und Lichenfärbung, wie die Alkalien; bei -40° C. wird sie fest, durchsichtig und verliert ihren Geruch; bei der Siedhitze scheidet sie fast alles in Auflösung gehaltene Gas; der Rest ist schon bei der gewöhnlichen Temperatur ausgeföhrt, findet dieselbe statt; um sie aufzubewahren, muß man sie in Flaschen mit eingeriebenen Glasstöpseln bringen und sorgfältig schließen.

286. Benutzung. Man wendet das Ammoniak fast nur in der eben angeführten Form an. Als Reagens ist diese Auflösung in den Laboratorien viel gebraucht; in der Medizin wendet man es als Reizmittel an. Äußerlich dient man sich desselben zu Einreibungen, sowohl in reinem Zustand als in Verbindung mit fetten Ölen. Auch innerlich ist es gebraucht; in diesem Fall nur, in Gaben von ein bis zwei Tropfen, und zwar mit viel Wasser verdünnt, um seine ätzende Eigenschaft zu mindern. Mit dem Drei oder Bierfachen seines Volum's Wasser gemischt, und zu einigen Esslöffeln gegeben, vertreibt es das Aufblähen des Viehs, das im Genuß frischer Pflanzen, wie z. B. von Luzernerflee oder rothem Klee herrührt. Diese Krankheit ist unter dem Namen des Auflaufens bekannt, und ist beinahe immer Folge

der plötzlichen Entwicklung einer Menge Schwefelwasserstoffsäure und Kohlensäure im Magen. Man wendet das wässerige Ammoniak auch in den Künsten besonders in der Färberei an.

287. **Bereitung des in Wasser aufgelösten Ammoniak's.** Um die wässerige Auflösung dieses Gases zu erhalten, bedient man sich in den Laboratorien des Woulfschen Apparats, den man mit einer verkitteten Glas- oder Steingutretorte, die zu zwei Dritttheilen mit einem Gemenge von gleichen Theilen ungelöschten Kalk's und Salmiak's angefüllt ist, in Verbindung bringt. Man erhitzt die Retorte allmählig, bis die Entwicklung aufhört, welches erst bei der Glühhize oder einer derselben sich nähernden Temperatur eintritt. Man muß Sorge tragen, daß die Röhre, welche die Retorte mit dem Apparat in Verbindung bringt, von weitem Durchmesser ist. Ohne diese Vorsicht könnte sie von einer kleinen Menge Salmiak, die der Zersetzung entgieng, verstopft werden; denn dieser sublimirt sich und krystallisirt in ihrem Innern.

Diese Methode, welche man leicht ausführen kann, so bald man nur eine kleine Menge Ammoniakauflösung bedarf, ist bei der Bereitung im Großen nicht anwendbar. Die Glasretorten brechen zuweilen beim Anfang der Operation und gegen das Ende hin leiden sie durch die anfangende Schmelzung, was dann eine mehrmalige Benutzung verhindert. Die Steingutretorten sind ebenfalls zerbrechlich und haben außerdem noch einen andern Uebelstand. Überläßt man sie nämlich nach beendigter Operation sich selbst, so zieht die kleine Menge Chlorkalk, welche an der innern Wand hängen bleibt, auch wenn man den Rückstand heraus nimmt, die Feuchtigkeit der Luft an und bildet bald eine Auflösung, welche in die Masse der Retorte bringt. Setzt man sie nun in diesem Zustand von Neuem der Wirkung der Hitze aus, so verwandelt sich das Wasser der Auflösung in Dampf und die Retorte zerspringt nach allen Richtungen. Manchmal finden selbst kleine Explosionen statt, welche von den Wänden der Retorte breite Splitter losreißen. Man kann zwar diesen Uebelstand abhelfen, indem man die Retorte von Neuem füllt wenn der Apparat auseinander genommen ist und man gleich

zu eine neue Operation geht; immer aber ist das Zerspringen zu befürchten und ich glaube, es ist sehr selten, daß ein und dieselbe Retorte zweimal gebraucht werden kann.

Übrigens ist es auch schwierig einen Kitt zu finden, der der Einwirkung des Gases widersteht. Der aus Eiweiß und Bad Kalk bereitete scheint noch der beste zu seyn, doch muß man ihn vollkommen trocken werden lassen. Ohne diese Vorsicht dringt das Gas allmählich durch und entweicht zuletzt in die Luft. Der Kitt aus Wachs, Harz und Terpentiu würde vorzuziehen seyn, aber er legt sich nur gut an die Röhren und Tubulirungen, so wie auf die Stöpsel, wenn diese recht trocken und warm sind. Wird die Operation nicht vorsichtig angestellt, so findet das Gas zwischen Kitt und Glas einen Ausweg, und man muß die Operation unterbrechen.

208. Alle diese Unbequemlichkeiten verschwinden, wenn man vom folgenden Apparat Gebrauch macht (Fig. 1. Taf. 12). Er besteht in einer Retorte aus weichem Gußeisen mit einer weiten Tubulirung, welche mittelst eines Stöpsels von Eisen, der sorgfältig abgedreht und eingerieben ist, verschlossen wird. Der Hals der Retorte hat gleichfalls einen Stöpsel von gedrehtem Eisen, woran ein eisernes Rohr geschweißt ist, welches bestimmt ist, den Ofen und die Theile des Apparats, welche von Glas sind, etwas entfernt von einander zu halten. Dieses Rohr ist entweder direct, oder wieder mittelst einer Röhre von Glas oder Blei mit der ersten, mit einem Hahn versehenen, Woulfschen Glasche in Verbindung gebracht. Diese muß leer seyn; sie ist bestimmt etwas von der öhligen Materie, welche fast immer das Gas begleitet, und von den Unreinigkeiten des chlornasserstoffsauren Ammoniak's oder dem Fette der Stöpsel herabruhr, zu verdichten. Hat sich eine bedeutende Menge Wasser und bituminösen Stoff's angehauft, so öffnet man den Hahn, fängt das stark mit Ammoniak geschwängerte Product auf und gießt es in die Retorte, wenn man eine neue Operation anfangt. Die zweite Woulfsche Glasche, zu drei Vierteln mit Wasser angefüllt, dient zur Bereitung des flüchtigen Ammoniak's. Um die Auflösungen von bestimmter Stärke zu erhalten, reicht es hin, die Höhe des Wassers an-

fänglich und nach beendigter Operation zu bezeichnen. Hi man dieß an der Flasche angemerkt, so ist nichts leichter, als das Product, nachdem es die gewünschte Stärke erhalten wegzunehmen, und es durch eine neue Menge Wasser zu ersetzen. Eben so kann man es mit der dritten Flasche machen welche bestimmt ist, das Gas zu verdichten, welches in der ersten nicht absorbiert wurde; das darin enthaltene Wasser erlangt sehr lange nicht den Sättigungspunct, da die große Löslichkeit des Gases macht, daß nicht eine einzige Gasblase aus der ersten Flasche entweichen kann, bevor das Wasser, welches sie enthält, den Sättigungspunct wirklich erreicht hat, oder demselben wenigstens nahe gekommen ist. Wenn aus der Retorte sich kein Gas mehr entbindet, nimmt man den Stöpsel mittelst eines eisernen Hebels weg. Man muß man hierzu eine zu große Gewalt anwenden, so muß man Sorge tragen, den Stöpsel mit einem Stück feuchter Leinwand abzufühlen, ohne die Tubulirung damit zu berühren, und dann wird die Zusammenziehung des Eisens diese Operation sehr leicht machen. Hierauf ulumt man mittelst eines mit einem Stiel versehenen Löffels die Masse aus der Retorte heraus; der Bauch derselben muß glühen, um der Chlorkalk in geschmolzenem Zustand zu erhalten, was die Reinigung viel leichter macht; zuletzt nimmt man das Feuer weg, und wenn die Retorte erkaltet ist, kann man sie von Neuem füllen und die Operation wieder beginnen. Ist dieser Apparat einmal eingerichtet, so leistet er sehr lange seinen Dienste; dieß erlaubt, daß man die Fugen des Woulffschen Apparats sehr sorgfältig verkitten kann. Zu diesem Zweck kann man sich sowohl der Glasröhren als Bleiröhren bedienen.

289. In einigen Fabriken bedient man sich eines Tors von Gußeisen, worauf man mit Bleilothe einen gleichfalls aus Gußeisen gefertigten Deckel auflöthet, der in seiner Mitte eine eiserne Röhre trägt. Der Deckel ruht auf einem an der innern Wand des Gefäßes befindlichen ringsförmigen Vorsprung aus Loth, der zwei Zoll unter dem Rand angebracht ist (Fig. 2. Taf. 12.). Der leere Raum wird mit Wasser angefüllt, das man erneuern muß, um das Schmel-

des Loths zu verhüten. Ist die Operation beendet, so nehmt man das Loth und nimmt den Deckel ab, um den pf auszuleeren. Dieser Apparat, den man überall leicht fertigen kann, empfiehlt sich durch seine Einfachheit. Man ist hieraus, daß man bei sehr starker Fabrikation statt der torte und des Topfs einen Zylinder von Gußeisen, wie jenen, deren man sich zur Bereitung der Chlornwasserstoffsaure bedient, anwenden könnte. In diesem letztern Falle würde man aber einen Vortheil vermissen, der den beiden erwähnten Apparaten eigenthümlich ist. Er besteht darin, daß man das Pulver von ungelöschtem Kalk durch einen Mörtel ersetzen kann. Die Gegenwart des Wassers macht Gasentwicklung viel leichter, indem dieses das chlornwasserstoffsaure Ammoniak auflöst, so daß man die Operation einer viel niedrigeren Temperatur vornehmen kann.

290. Man bereitet das Ammoniak seit langer Zeit mittelst des eben beschriebenen Verfahrens; es läßt sich jedoch leicht ersparen, wenn man statt des chlornwasserstoffsauren Ammoniaks, schwefelsaures nimmt. Dieses enthält 33 Procent Ammoniak, jenes 29. Der Unterschied ist, wie man sieht, gering, wenn man beide Salze gleich trocken annimmt. Der Preis des chlornwasserstoffsauren Ammoniaks übertrifft aber den des schwefelsauren beinahe um das Vierfache, und man spart daher 60 Procent wenigstens, wenn man das letztere anwendet, das auch Papen mit Recht den Fabrikanten empfiehlt. *) In Bezug auf die Apparate findet keine Veränderung statt. Nimmt man Wasser zur Operation, so bleibt der Gang derselben der nämliche. Operirt man dagegen trocken, so muß man die Masse mit der größten Sorgfalt pulverisiren und sehr innig zusammen mengen. Diese Vorsicht erfordert der Unterschied zwischen dem chlornwasserstoffsauren und schwefelsauren Ammoniak in ihrem Verhalten

*) Es hängt dies bloß von Lokalverhältnissen ab, denn nicht überall hat man schwefelsaures Ammoniak so billig, wie es in Paris der Fall seyn mag. In mehreren und bekannten deutschen Fabriken erhält man sogleich salzsaures Ammoniak als Nebenprodukt bei der Magnesiabereitung aus salzsaurer Bitterserde und kohlensaurem Ammoniak, so daß mithin durchaus kein schwefelsaures Ammoniak gewonnen wird. In Deutschland würde demnach an vielen Orten das schwefelsaure Ammoniak theurer seyn, als der Schmelz. W. u. G.

zur Wärme. Beim ersteren macht sich das Gemenge, da flüchtig ist, von selbst; beim letztern würde eine Zersetzung eintreten, da es nicht flüchtig ist und ein Theil des Ammoniums müßte verloren gehen; denn das schwefelsaure Ammonium würde sich in schweflicht saures Ammoniak, in Wasser Stickstoff verwandeln.

Atmosphärische Luft.

291. Wir haben schon oben bei Gelegenheit des Stoffs der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft erwähnt. Sie besteht aus Stickstoff, weil wir dieß Gas daraus scheiden konnten; aus Sauerstoff, weil der Phosphor da brennt und dabei Phosphorsäure gebildet wird; aus Kohlensäure, weil das Kali sich in basisch kohlensaures Kali da verwandelt und endlich enthält sie auch Wasser in Dampfform. Das Verhältniß eines jeden dieser Körper, die allmeinen Eigenschaften der Luft und ihre Modifikationen müssen nun im Folgenden ein Gegenstand sorgfältiger Betrachtung werden.

292. Man kann sich leicht überzeugen, daß die Luft unter den gewöhnlichen Umständen Wasserdampf enthält. Diesem Behufe macht man ein Gemenge aus britthalb Pfund gestoßenen Eisens und einem Pfund gepulverten Rochsalz, thut dieß in ein Gefäß, das außen ganz trocken ist und setzt es an einen dem Anscheine nach recht trockenen Ort. In wenigen Secunden wird das Gefäß von einem Rauch umgeben seyn, der vom Niederschlagen des Wasserdampfes rührt und seine Wände werden bald mit kleinen Krystallen von erstarrtem Wasser bedeckt seyn, wie der Reif auf dem Erdboden oft bedeckt. Die Menge des Dampfes verschieden, man kann übrigens in den Lehrbüchern der Physik das Weitere hieher gehörige finden.

293. Eben so leicht kann man die Kohlensäure in Atmosphäre nachweisen. Zu dem Ende darf man nur Jaspis hineinbringen, welche die Eigenschaft besitzen, die Kohlensäure zu absorbiren und sie werden nach Verlauf eines ziemlich kurzen Zeitraums davon völlig gesättigt seyn. Dieß findet man beim Kali, Natron, Baryt, Strontian, und Kalk-Hy-

oder den wässerigen Auflösungen dieser Stoffe. Der Versuch ist leicht, besonders mit Baryt, Strontian, oder Kalk, welche unauflöseliche Salze bilden. Bringt man zwei oder drei Liter wässeriger Kalkauflösung in eine Schüssel und setzt sie der Luft aus, so bedeckt sich die Oberfläche der Flüssigkeit bald mit einem weißen Häutchen, das sich durch Umschütteln leicht in kleine Schuppen theilt, welche bald auf den Boden des Gefäßes niederfallen. Ein neues Häutchen ersetzt dann bald wieder das erütere, und indem man so die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit umschüttelt, erhält man zuletzt eine ansehnliche Menge dieses Stoffs, den man leicht für kohlensauren Kalk erkennt, aus der Eigenschaft, welche er besitzt, kohlensaures Gas zu liefern, wenn man z. B. Salpetersäure darauf einwirken läßt, wobei dann salpetersaurer Kalk gebildet wird.

294. Nicht so leicht, als die Existenz der Kohlensäure in der Luft nachzuweisen, ist es, die Menge derselben genau zu bestimmen; dieß Verhältniß wechselt, wie man schon leicht aus der Ursache vermuthen kann, welche die Erzeugung dieses Gases bedingt. Ohne Zweifel sind die Entstehungsquellen der in der Atmosphäre befindlichen Kohlensäure das Athmen der Thiere, die Zersetzung der organischen Stoffe nach dem Tod und die Verbrennung der in diesen Stoffen enthaltenen Kohle, wenn wir uns derselben zur Heizung und Beleuchtung bedienen. Fügt man zu allen diesen verschiedenen Ursachen, welche der Atmosphäre ihren Sauerstoff zu entziehen suchen, noch die Einwirkung einer andern Ursache, welche im entgegengesetzten Sinn statt findet und nach den Jahreszeiten wechselt, so wird man sich eine Idee machen können von der Unbeständigkeit des Verhältnisses der Kohlensäure in der Luft. Man begreift leicht, daß die Luft fröhe oder später ihres Sauerstoffs ganz beraubt werden würde, wenn nicht die Zersetzung der Kohlensäure selbst wieder auf ihre tägliche Bildung unmittelbar folgte.

295. Dieß ist die wichtige Rolle, welche der grüne Stoff der Pflanzen spielt. Alle vegetabilischen Theile, die diese Farbe haben, besitzen die Eigenschaft, die Kohlensäure unter dem Einfluß des Sonnenlichts zu zersetzen, sich des

Kohlenstoffs, den sie enthält, zu bemächtigen und allen Sauerstoff, der sich in ihnen findet, im freien und reinen Zustand auszuhauchen. Diese Erscheinung wird später noch sorgfältiger untersucht werden müssen; das, was wir hier vorläufig davon erwähnten, reicht hin, um zu zeigen, daß sie als eine Folge eines der merkwürdigsten Naturgesetze anzusehen ist.

Es ist also nicht auffallend, daß, trotz der beträchtlichen Menge Kohlensäure, die durch die angeführten Ursachen entsteht, die Menge derselben in der gewöhnlichen Luft ausnehmend gering ist. Auch würde man vergeblich sich bemühen, ihr Verhältniß zu bestimmen, indem man eine bekannte Menge Luft in einer graduirten Röhre mit einer Kalilauge umschüttelt. Das kohlensaure Gas würde zwar absorbirt werden, aber diese Absorption würde im Volum des Gases keine merkliche Veränderung hervorbringen.

296. Thénard hat sich zu dieser Bestimmung eines Mittels bedient, welches die größte Schärfe zu versprechen scheint. Man begiebt sich an den Ort, dessen Luft man untersuchen will, mit einem 10 bis 12 Liter haltenden Ballon, der mit einem Hahn versehen ist und nimmt eine Luftpumpe mit, an der ein blegsaues Rohr angebracht ist, das man an den Ballon befestigen kann. Man macht den Ballon luftleer und öffnet dann den Hahn; man hat so einen mit dieser Luft gefüllten Ballon, dessen Luftfassungsvermögen, unter bekannter Temperatur und Luftdruck, bekannt ist. Man gießt in den Ballon drei oder vierhundert Gramme wässrige Barytauflösung und schüttelt nun, wenigstens zehn Minuten lang, nachdem man vorher den Ballon wieder geschlossen hat. Der Baryt bemächtigt sich der Kohlensäure, bildet unauflösliehen kohlensauren Baryt, und die in dem Ballon zurückbleibende Luft hat sich ihres Kohlensäuregehalts völlig entledigt. Man macht dann den Ballon abermals luftleer und füllt ihn von Neuem mit Luft; man schüttelt hierauf die Barytsolution wieder und wiederholt so die Operation 20 oder 30mal. Da man den Rauminhalt des Ballons kennt, so kennt man natürlich auch das Volum der angewendeten Luft. Man wiegt den entstandenen kohlensauren Baryt und schließt daraus auf das Volum der absorbirten Kohlensäure,

nach der bekannten Zusammensetzung dieses Salzes. Folgendes sind die Ergebnisse des Versuchs von Thénard: 288,247 Liter Luft bei $12^{\circ} 5$ Temperatur und unter einem Luftdruck von 0,76 Meter lieferten 0,966 Gramme kohlenfauren Baryt, welcher 0,2158 Kohlensäure entspricht. Es ergiebt sich also aus diesem Experiment, daß

10,000 Raumtheile Luft enthalten 3,71 Kohlensäure oder
10,000 Gewichtstheile enthalten 6,03 Kohlensäure.

Der Versuch Thénard's wurde im Dezember 1812 an einem schönen Tage angestellt und mit einer Luft, die auf der Spitze eines kleinen Berges war, der von jedem bewohnten Ort ent-

297. Es ist nicht die Kohlensäure der Einwirkung bedingt. Thénard theilt in Hinsicht mit, und Th. 1 Versuche, wobei er, ein Verfahren abänderte. Er leert und füllt ihn wie oben sein Inneres bringt er welche Barytwasser enthält.

eine Portion Kohlensäure dem Experimente entzogen. Die Ergebnisse in dieser Untersuchung unternahm ähnliche im Stand abzuheben, das einen großen Ballon luftdicht zu analysirenden Luft; in mit weiter Mündung, ließ den Ballon und

überläßt ihn zwei Monate sich selbst, nur schüttelt er ihn von Zeit zu Zeit um. Nach Ablauf dieses Zeitraums sammelt er den gebildeten kohlenfauren Baryt und wägt ihn. Diese Methode bietet, ihrer Langsamkeit wegen, Schwierigkeit in der Anwendung dar; anderer Seits ist auch zu befürchten, daß die Versuche nicht die erforderliche Schärfe haben, wegen der geringen Menge kohlenfauren Baryt's, welche man erhält. Folgendes sind die Resultate, die Gassure von einer Luft erhielt, die bei stillem Wetter, 4 Fuß vom Boden, auf einer trockenen und luftigen Wiese am See, eine Stunde von Genf genommen worden war:

100,000 Raumtheile Luft haben gegeben:

		Kohlensf.	Kohlensf.
1809	— 31. Januar bei $- 5^{\circ}$ C.	4,57	—
1810	— 20. August $+ 22^{\circ}$	—	7,79
1811	— 2. Januar $- 6^{\circ}$	4,66	—
1811	— 27. Juli $+ 22^{\circ}$	—	6,47
1812	— 7. Januar $+ 1,2^{\circ}$	5,14	—
1815	— 15. Juli $+ 29^{\circ}$	—	7,13

Mittel im Winter 4,79 im Som. 7,13

10,000 Gewichtstheile Luft würden enthalten:

Mittel im Winter 7,28 im Som. 10,83

298. Diese Quantität ist nicht beträchtlich und doch ist sie hinreichend groß, um einige Zweifel gegen die Genauigkeit der Resultate einzustoßen. Die Mittel der Beobachtung sind zwar strenge, allein es wäre nur zu wünschen, daß sie bei ihrer Anwendung das Resultat schneller lieferte, dann wurde man diese Versuche unter verschiedenen Umständen wiederholen und das merkwürdige Gesetz, welches Saussure aufgefunden zu haben scheint, genau im Einzelnen verfolgen können. Man sieht in der That, daß nach ihm das Verhältniß der Kohlensäure im Sommer viel größer ist, als im Winter und dieß scheint im ersten Augenblick im Widerspruch zu stehen mit dem Einfluß der grünen Pflanzentheile, welche im Sommer mehr Kohlensäure zersetzen als im Winter, so wie auch mit dem Resultat der Untersuchungen von Edwards, nach welchen es gewiß zu seyn scheint, daß ein und dasselbe Thier beim Athmen im Winter mehr Kohlensäure als im Sommer liefert.

Findet aber dieser Einfluß der Jahreszeiten wirklich statt? Wenn er statt findet, muß seine Wirkung nicht beschränkt seyn und muß die beständige Bewegung der Atmosphäre nicht schnell die Vermischung der verschiedenen Schichten herbeiführen? Diese Fragen sind durchaus nicht gelöst. Wenn auf der einen Seite die Kohlensäure der Luft wirklich nach den Jahreszeiten und den Umständen, unter welchen sich Saussure befand, wechselt, so ist es auf der andern Seite sehr wahrscheinlich, daß die allgemeine Zusammensetzung der Luft sich gleich bleibt, und daß die Mengen-Verhältnisse des absorbirten und wieder entwickelten Sauerstoffs

gasen auf den verschiedenen Punkten der Erdoberfläche sich wechselseitig das Gleichgewicht halten. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, würden die Resultate Saussure's von localen Ursachen herrühren, und könnten keine richtige Idee von dem Kohlen säuregehalt der Atmosphäre geben.

Wie dem auch seyn mag, da die Verhältnisse, die er angiebt, höher zu seyn scheinen, als diejenigen, die sich aus der in ihrer mittleren Zusammensetzung gen. Luft ergeben, so muß man schließen, daß die in der alten Kohlen säuremenge nie sehr groß ist.

209. Wenn wir so ist, zu beweisen, daß die auch nicht minder schwach gas enthält. Man kann mente anstellen; eines, ist seiner Einfachheit wegen auf der Eigenschaft des ersten Temperatur zu oxydiren überschreitet, seinen und das Sauerstoffgas zu

leicht
enthält, so ist es
die Sauerstoff-
eine Menge Experis-
menter angewendet,
1. Es beruht
auf einer bestimm-
ten Temperatur
anzunehmen

Lavoisier machte eines Kolbens, der 36 Kubitzoll faßte, dessen Hals sehr lang war und 6 bis 7 Linien im Durchmesser hatte; er war gebogen, um bis an den obern Theil einer über das Quecksilber gestürzten Glocke zu reichen. In den Kolben wurden 4 Unzen Quecksilber gebracht und hierauf ein Theil der in der Glocke enthaltenen Luft mittelst eines Hebers entfernt, wobei man Sorge trug, die Höhe des Quecksilbers, die Temperatur und den Druck anzumerken. Sobald alles so vorgerichtet war, wurde das Quecksilber bis zum Sieden erhitzt und zwölf Tage lang fast fortwährend bei dieser Temperatur erhalten. Während des ersten Tages zeigte sich keine merkwürdige Erscheinung; das Quecksilber verdampfte und verdichtete sich als kleine Tropfen in dem obern Theil des Kolbens, welche in der Folge wieder auf den Boden fielen, sobald sie eine bestimmte Größe erreicht hatten. Am zweiten Tag sah man auf der Oberfläche des Quecksilbers kleine rothe Theilchen schwimmen, welche während der 4 oder 5 folgenden Tage der Zahl und

Größe nach zunahmen und die endlich sich gleich zu bleiben schienen. Nach Verlauf dieser Zeit beendigte man die Operation und man fand, daß die im Apparat enthaltene Luft an Menge abgenommen hatte, indem statt 50 Kubitzoll nur 42 oder 43 übrig blieben. Das rothe Quecksilberoxyd wurde gesammelt und wog 45 Gran; man erhitzte es in einer ganz kleinen Glasretorte, die mit einem Rezipienten und einer gebogenen Röhre versehen war und zersetzte es ganz in der Glühhitze, wobei man 42½ Gran flüssiges Quecksilber und 7 bis 8 Kubitzoll reines Sauerstoffgas erhielt.

Die Luft hatte also unter diesen Umständen eine, dem sechsten Theil ihres Volums gleiche Menge Sauerstoff abgegeben; wir werden jedoch sehen, daß das Quecksilber nicht allen in der Luft enthaltenen Sauerstoff wirklich absorbiren konnte.

300. Man bringe in ein Volta'sches Eudiometer 100 Theile Luft und 100 Theile recht reines Wasserstoffgas und lasse es detoniren, so werden 137 Prozent Gas übrig bleiben. Hieraus kann man nun schließen, daß 63 Theile des Gemenges sich in Wasser verwandelt haben, nämlich 42 Prozent Wasserstoff haben sich mit 21 Sauerstoff verbunden. Da aller Sauerstoff aus der eingeschlossenen Luft kam, so müssen 100 Theile derselben 21 Theile Sauerstoffgas enthalten.

301. Zu denselben Folgerungen wird man geführt, wenn man in einer engen graduirten Röhre, über Quecksilber 100 Theile Luft in Berührung mit einem Phosphorstengel bringt, der lang genug ist, um den ganzen leeren Raum der Röhre einzunehmen. Der Phosphor muß an einem dünnen Eisendraht befestigt seyn und die Röhre muß eine kleine Quantität Wasser enthalten. Mittels dieser Vorsichtsmaßregel wird die Phosphorsäure, welche sich bildet, schnell aufgelöst, die Luft ist überall in Berührung mit einer frischen Oberfläche des Phosphors und die Absorption des Sauerstoffs geht mit großer Leichtigkeit von statten. Das Experiment ist beendigt, sobald man den Phosphor im Dunkeln nicht mehr leuchten sieht. Man entfernt alsdann diesen Körper mittelst eines Eisendrahts und mißt den Gasrückstand,

nachdem man ihn zuvor einige Augenblicke lang ungeschützt hat, um den Phosphordampf niederzuschlagen. Im Sommer dauert dieses Experiment einige Minuten; ist die Temperatur niedrig, so dauert es länger und wird manchmal erst nach Verlauf von drei Stunden beendet. In jedem Fall, wenn man sich nach dem angegebenen Merkmal richtet, ist man sicher, 79 Theile Stickstoff als Rückstand zu haben.

302. Da man nicht immer eine zu diesem Versuch gehörig geformte Phosphorstange zu seiner Disposition hat, so zieht man in vielen Fällen die rasche Verbrennung des Phosphors vor und nimmt diese in einer gebogenen Glocke über Wasser vor. Zuerst läßt man in die Glocke 100 Theile Luft und bringt dann ein halbes Gramm Phosphor in den gebogenen Theil der Glocke. Hierauf erhitzt man diesen Körper mittelst einer Weingeistlampe. Anfänglich muß man nur langsam erwärmen, wegen der kleinen Quantität Wasser, welche in der Krümmung der Glocke zurück blieb; ist dieß aber verdampft, so muß man im Gegentheil rasch und stark erhitzen, damit der Phosphor sich entzündet. Dieß erkennt man, sobald sich eine grüne Flamme im Innern der Glocke in Form eines Lichtschimmers zeigt. Bei fortdauernder Erwärmung entfernt sich dieser Flammenschimmer allmählig von der Spitze der Glocke, durchläuft den ganzen von der Luft eingenommenen Raum und scheint endlich, sobald er die Oberfläche des Wassers berührt hat, zu erlöschen. Man begreift leicht, was in diesem Experiment vor sich geht. Der Phosphor verdampft und sein Dampf kann nur dann verbrennen, wenn er Sauerstoff vorfindet. Die grüne Flamme zeigt also zu gleicher Zeit den Gang des Phosphordampfs und die Absorption des Sauerstoffs an. Wir empfehlen rasch zu erhitzen, sobald einmal das Wasser verdampft ist. Würde man diese Vorsicht vernachlässigen, so würde der Phosphor verdampfen, ohne Feuer zu fangen, die Glocke würde sich mit einem Gemenge von Sauerstoff, Stickstoff und Phosphordampf anfüllen, und dann würde, sobald die Temperatur den zur Verbrennung dieses Körpers hinreichenden Punkt erreicht hätte, die plötzliche und heftige Entzündung des Gemenges eine Detonation herbeiführen, welche die Glocke zertrümmern und

best entzündeten Phosphor weit umher schlenbern würde. Folgt man der angegebenen Methode, so hat man diesen übeln Umstand nie zu befürchten. Es ist übrigens klar, daß aller Sauerstoff absorbiert wurde, daß der Phosphor in Phosphorsäure übergeht und daß das Stickgas frei oder nur mit etwas Phosphordampf gemengt ist, den man leicht durch Umschütteln mit Wasser, in welchem etwas Kali aufgelöst ist, entfernen kann; 100 Theile Luft auf diese Weise behandelt, lassen 79 Theile Stickstoff übrig.

303. Die atmosphärische Luft besteht also aus 21 Maas Sauerstoff und 79 Maas Stickstoff; einigen Tausendtheilen Kohlensäure und endlich aus einer wechselnden Quantität Wasserdampf. Die Kohlensäure und das Wasser befinden sich augenscheinlich bloß beigemengt; es fragt sich aber, ob es eben so mit dem Stickgas und Sauerstoffgas der Fall ist.

Prout und einige andere englische Chemiker glaubten das Verhältniß von 21 zu 79, das zwischen Sauerstoff und Stickstoff in der atmosphärischen Luft Statt finde, näherte sich dem von 20 zu 80 oder von 1 zu 4 so auffallend, daß man dieses Fluidum als eine wirkliche chemische Verbindung in bestimmten Verhältnissen betrachten könne. Diese Vermuthung wurde durch die seit langer Zeit bekannten Thatfachen nicht gerechtfertigt; ja durch die neuern Versuche von Dulong wurde sie angestützt.

Was die schon bekannten Erscheinungen betrifft, so ist es schon hinreichend, eine einzige nur näher zu untersuchen. Wäre die Luft eine wirkliche chemische Verbindung, so würde sie sich im Wasser vollständig auflösen, während sie doch zu dieser Flüssigkeit sich wie ein einfaches Gasgemenge verhält. Das Wasser löst in der Berührung mit der Luft Sauerstoff und Stickstoff auf; aber die erstere dieser Gasarten wird verhältnismäßig in größerer Menge davon aufgenommen, als sie in der Luft existiert. Das durch die Erfahrung bestimmte Verhältniß zwischen den aufgelösten Gasarten ist genau so, wie es die Rechnung angiebt, wenn man die Luft nur als einfaches Gemenge betrachtet.

Zu diesem ziemlich direkten Beweise fügte Dulong einen andern, noch sprechenderen. Alle zusammengesetzten

base haben ein größeres oder geringeres Strahlenvermögen, als das, welches ihren Elementen zukommt. Die Luft dagegen besitzt ein Strahlenbrechungsvermögen, welches dem vom Sauerstoff und Stickstoff, aus denen sie besteht, zusammengenommen, gleich ist. Sie theilt diese Eigenschaft mit den Gasgemengen, die nicht gegenseitig auf einander reagieren.

Die Luft ist folglich nur als ein einfaches Gemenge aus Sauerstoff und Stickstoff, und nicht als eine chemische Verbindung dieser Stoffe zu betrachten.

304. Abgesehen von der Kohlensäure, so erscheint die Luft nicht örtliche und vorübergehende Ansammlungen von Menschen und Thieren Statt gefunden haben, in denselben Verhältnisse Sauerstoff in großer Menge von Städten Europa's, und endlich selbst in einer Luft, die zu 7000 Meter sammelte.

Es wäre zwecklos, die Luft näherführlich hier zu untersuchen, wir jedoch die Wirkungen besprechen, die sie auf dieses Fluidum ausübt. Was ihre physikalischen Eigenschaften betrifft, so sind sie allgemein bekannt und gehorchen übrigens denselben Gesetzen, denen die gasförmigen Körper überhaupt unterworfen sind.

von der Höhe der Luft, wenn z. B. eine Anzahl eingeschlossenen fand dieser großen ist und der Höhe

die Luft auf dieses Fluidum ausübt, so

Stickstofforydul.

Synonymik. Stidorpydul, oxydulirtes Salpetersäuregas. Lat. Gas azoticum oxydulatum. Franz. Protoxide d'azote.)

305. Eigenschaften. Es ist ein farb- und geruchloses Gas, das einen süßen Geschmack hat. Seine Dichtigkeit ist gleich 1,5269. Es zeigt eine merkwürdige Anomalie, indem es nicht zum Athmen tauglich ist; es betäubt Thiere und Menschen, indem es dieselben in eine Art von Trunkenheit versetzt, während es jedoch die Verbrennung besser als

die Luft unterhält. Es zündet selbst gleich dem Sauerstoffgas schwach glimmende Kerzen wieder an, welche man hineintaucht. Diese Thatsache ist schwierig zu erklären, denn, wenn es auch bei gleichem Volum mehr Sauerstoff als die Luft enthält, so enthält es doch nicht so viel als Stickstoffoxyd, welches dagegen anstatt die Kerzen wieder anzuzünden, sie vielmehr ausloscht. Es verwandelt sich durch die Einwirkung einer hohen Temperatur in salpetrichte Säure und Stickstoff.

Der Sauerstoff und die Luft sind ohne Einwirkung auf dasselbe bei der gewöhnlichen Temperatur.

Wasserstoff verwandelt dasselbe in Wasser und Stickgas, sowohl bei der Glühhitze, als beim Durchschlagen eines electrischen Funken. Chlor, Brom und Jod wirken nicht auf dasselbe. Brennender Schwefel brennt darin fort und bildet schweflichte Säure. Eben so verhält es sich mit Phosphor, welcher Phosphorsäure bildet. Der Stickstoff wird in beiden Fällen frei.

Das Wasser löst ungefähr die Hälfte seines Volums davon auf; der Alkohol noch mehr.

306. Zusammensetzung. Dieses Gas besteht aus 1 Vol. Stickstoff und $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoff, welche zu einem Volum verdichtet sind. Um dieß zu beweisen, erwärmt man ein bestimmtes Volum dieses Gases in einer gebogenen Glocke mit Schwefelbaryum, welches sich alles Sauerstoffes bemächtigt, indem es in schwefelsauren Baryt übergeht. Es bleibt 1 Vol. Stickstoff, gleich dem Volum des Gases übrig. Oder, wenn man von 1,5269, als der Dichtigkeit des Stickstoffoxyduls, 0,976, als der Dichtigkeit des Stickstoffs, abzieht, so bleibt 0,5509, eine Zahl, welche von 0,5513, als der halben Dichtigkeit des Sauerstoffs wenig abweicht.

Es besteht demnach aus:

2 At. Stickstoff	=	177,04	oder	62,82
1 At. Sauerstoff	=	100,00		37,18
2 At. Stickstoffoxydul	=	277,04		100,00

307. Vorbereitung. Sie gründet sich auf eine der merkwürdigsten Reactionen in der Chemie.

Man erhält es, indem man trocknes salpetersaures Ammoniak erhitzt. 20 bis 25 Gramme dieses Salzes werden in eine kleine, mit einer gebogenen Röhre versehene Glasröhre gebracht; diese stellt man über Kohlenfeuer, erhöht allmählig die Temperatur und trägt Sorge, daß diese nicht bis zum Dunkelrothglühen steigt, denn bei diesem Grad und selbst schon etwas darunter, wurde die Zersetzung so lebhaft vor sich gehen, daß eine Explosion Statt finden würde; das salpetersaure Salz schmilzt bald, wird zersetzt und verwandelt sich in Wasser, das sich verdichtet und in Stickstofforydul, das man in mit Wasser gefüllten Flaschen auffammelt. Es ist nöthwendig diese Flaschen sogleich zu verkorken, wenn sie mit dem Gase angefüllt sind, um zu verhindern, daß das Wasser, welches dieses Gas leicht auflöst, dasselbe wieder abjortire.

Die Produkte dieser Operation sind Wasser und Stickstofforydul. Folgendes ist der Zahlenausdruck dieser Reaction:

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. Ammoniak =	$\begin{cases} 6 \text{ Wasserst.} \\ 12 \text{ Stickst.} \end{cases}$	6 At. Wasser =	$\begin{cases} 6 \text{ Wasserst.} \\ 3 \text{ Sauerst.} \end{cases}$
1 At. Salpeters. =	$\begin{cases} 5 \text{ Sauerst.} \\ 2 \text{ Stickst.} \end{cases}$	4 At. Stickstofforydul =	$\begin{cases} 4 \text{ Stickst.} \\ 2 \text{ Sauerst.} \end{cases}$

Das salpetersaure Ammoniak enthält immer Krystallisationswasser; dieses entweicht jedoch in dem Maasse, als die Zersetzung vor sich geht, ohne den Phänomenen Eintrag zu thun.

Stickstofforyd.

(Synonyme. Stickoryd, Salpetergas, oxybirtes Salpeterstoffgas. Lat. Gas azoticum oxydatum. Franz. Deutoxide d'Azote, gaz nitreux, oxide nitreux, oxide nitrique, oxide d'Azote.)

308. Eigenschaften. Es ist gasförmig, farblos, wahrscheinlich auch ohne Geruch. Es wirkt nicht auf Kalumustictar; seine spezif. Schwere ist $\approx 1,039$.

Es löscht brennende Körper aus und erregt bei den Thieren, welche man hineintaucht, eine plötzliche Lähmung. Man

kann selbst Luft nicht ohne Gefahr athmen, in welcher sich nur kleine Mengen dieses Gases befinden. Sobald dieß Gas mit der Luft, oder besser, mit Sauerstoff gemengt wird, geht es plötzlich in salpetrische Säure über, welche als sehr dunkelrothe Dämpfe erscheint. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur diese Gasarten über Wasser in einer Glocke mengen. Die Dämpfe erscheinen sogleich und verschwinden dann wieder nach und nach in dem Maße, als das Wasser selbst auf die gebildete salpetrische Säure wirkt und diese absorhirt. Man kann das Produkt permanent machen, wenn man die Gase in einem von Luft entleerten Ballon mengt und ihn vor der Berührung mit Wasser schließt.

Das Stickstofforyd wird durch die Wärme in salpetrische Säure und in Stickstoffzersetzt, eben so wie das Stickstofforydul. 509. *Bereitung.* Man erhält es immer, indem man Salpetersäure mit Metallen behandelt. Um es vollkommen rein darzustellen, muß man sich des Quecksilbers bedienen. Man bringt dieses Metall in einen kleinen Ballon, gießt Salpetersäure darüber, erwärmt gelinde und fängt das Gas über Wasser mittelst einer gekrümmten Röhre auf. Außer dem Stickstofforyd, das entweicht, bildet sich salpetersaures Quecksilberorydul oder Quecksilberoryd.

Gewöhnlich zieht man aber das Kupfer dem Quecksilber vor, weil dieß Metall nicht so theuer ist und der Proceß Statt findet, ohne daß man nöthig hätte, die Temperatur zu erhöhen; doch ist es in diesem Fall schwer, die Erzeugung von etwas Stickstofforydul zu verhüten. Sobald die Reaction vor sich geht, steigt die Temperatur des Gemenges, und bald wechselt die Natur der Gase so, daß man anstatt Stickstofforyd nur ein Gemenge von Stickstofforyd und Stickstofforydul erhält, in welchem am Ende das letztere Gas das vorherrschende wird. Durch folgende Vorichtsmaßregeln kann man diesem Uebelstand zuvorkommen. Man nimmt Salpetersäure, wie sie im Handel vorkommt, fügt anderthalb oder zweimal ihr Volum an Wasser hinzu, und läßt das Gemenge erkalten. In einer Flasche mit zwei Tubulaturen bringt man hierauf 40 oder 50 Gramme Kupferdrehspäne. Auf die eine Tubulatur setzt man eine ge-

rade Röhre, auf die andere eine gebogene (pl. 4, Fig. 12). Man stellt diese Flasche in eine Schüssel voll kaltes Wasser und gießt ungefähr 100 Gramme schwache Salpetersäure durch die gerade Röhre hinzu. Die Reaktion findet sogleich Statt, das Stickstoffoxyd entwickelt sich und die in der Flasche enthaltene Luft wird röthlich. Nach und nach werden nun die gebildete salpetrische Säure und der aus der Luft kommende Stickstoff von dem sich fortwährend bildenden Stickstoffoxyd angetrieben. Daß es rein ist, erkennt man daran, wenn es vollständig beim Sieden in Wasser sich auflöst. Wenn man das in der Schüssel enthaltene neuert, sobald es sich erwärmt, so erneuert es sich. Übrigens findet eine Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd in dieser Flüssigkeit statt. Folgendes ist der

Angewendete Atome.

3 At. Kupfer = 1187,02

4 At. wasserfreie

Salpetersäure = 2708,16

3895,23

zugte Atome.

Stickstoffoxyd = 377,04

es

Ku

= 3518,19

5895,23

310. Zusammensetzung. Das Stickstoffoxyd wird aus gleichen Volumen Sauerstoff und Stickstoff ohne Verdichtung gebildet. Man analysirt es auf dieselbe Weise, wie das Stickstoffoxydul; es besteht aus:

1 At. Stickstoff = 88,52 oder 46,96

1 At. Sauerstoff = 100,00 53,04

2 At. Stickstoffoxyd = 188,52 100, 0

Untersalpetrische Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum hyponitrosam. Franz. Acide hyponitrique.)

311. Diese Säure existirt nur im Zustand der Verbindung mit salzfähigen Basen. Sie bildet diejenigen Salze, welche sonst unter dem Namen der salpetrischen Säuren bekannt waren und es ist zu bedauern, daß diese Benennung nicht beibehalten

halten wurde, denn die untersalpetrische Säure entspricht der phosphorichten und nicht der unterphosphorichten Säure, wie ihr gegenwärtiger Name anzudeuten scheint. *)

Wir haben hier nur die Zusammensetzung dieser Säure zu betrachten, weil man sie in freiem Zustande gar nicht kennt. Gay-Lussac hat dieselbe genau ausgemittelt und ihm verdankt man eigentlich die Entdeckung dieses Körpers. Denn vor ihm hatte man darüber sehr verworrene Kenntnisse. Es bildet sich diese Verbindung stets, wenn man Stickstofforyd mit einer sehr starken Salzbase, die zuvor in Wasser aufgelöst wurde, in Berührung bringt. Die Reaction ist langsam, aber vollständig. Das Stickstofforyd verwandelt sich in Stickstofforydul, welches frei bleibt und in untersalpetrische Säure, welche sich mit der Base verbindet. Man wendet hierzu eine concentrirte Kalilauge an, bringt eine bestimmte Gasmenge damit in Berührung über Quecksilber und läßt es ein oder zwei Monate stehen; dann findet man Stickstofforydul im Rückstand und untersalpetrisch-saures Kali mit überschüssigem Kali in der Auflösung. Hier folgen die Ergebnisse des Experiments in Volumen oder Atomen:

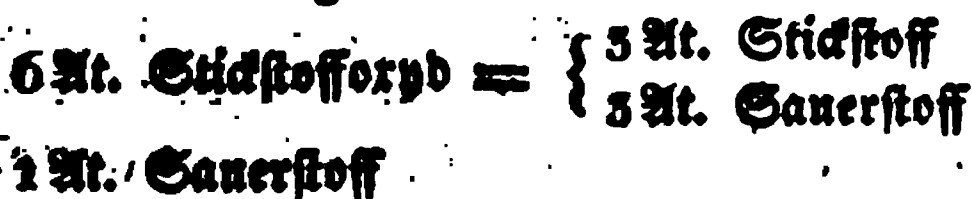
	Angewendetes Stickstofforyd	Übrigbleibendes Stickstofforydul	Untersalpetrische Säure
Stickstoff	100	50	50
Sauerstoff	100	25	75

Man findet nämlich 50 Vol. Stickstofforydul im Rückstande, bei Anwendung von 200 Vol. Stickstofforyd.

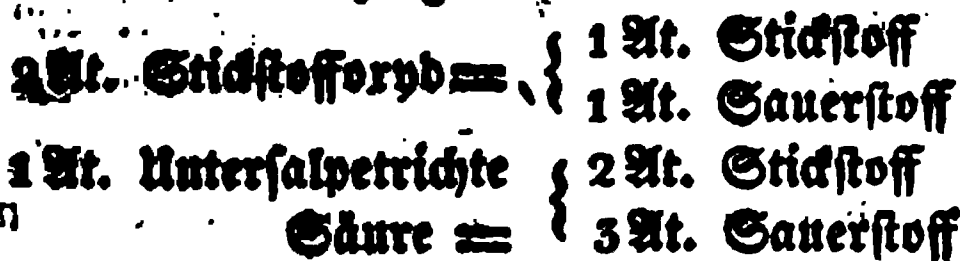
Diese Säure bildet sich ebenfalls jedesmal, wenn Sauerstoff mit einem Ueberschuß von Stickstofforyd und einer aufgelösten mächtigen Salzbase in Berührung kommt. Man findet alsdann reines Stickstofforydul im Rückstand. Hier geht das Experiment rasch von Statten, indem die Reaction in einigen Minuten vollendet ist. Folgendes sind die Resultate in Volumen oder Atomen:

*) Berzelius behielt diesen Namen bei und nennt diese Säure, welche sehr ähnlich wie die phosphorichte Säure zusammengesetzt ist d. h. aus 2 Atomen Radikal und 3 At. Sauerstoff bestehend sal. petrische Säure. N. S.

Angewendete Atome.



Erzeugte Atome.



Man erhält nämlich mit 6 Vol. Stickstoffoxyd, einem Vol. Sauerstoff und einer Kali-Auflösung, untersalpetrischsaures Kali und 2 Vol. Stickstoffoxyd als Rückstand. Die untersalpetrische Säure ist demnach gebildet aus:

2 At. Stickstoff	=	177,04	oder	37,12
3 At. Sauerstoff	=	300,00		62,88
1 At. Säure	=	477,04		100,00

Salpetrische Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum nitrosum. Franz. Acide nitreux.)

312. Mit diesem Namen bezeichnet man eine Zusammensetzung, welche wir schon bei Gelegenheit der Angabe der Bereitung der Schwefelsäure erwähnt haben. Es wäre zweckmäßiger, sie Untersalpetersäure zu nennen, analog mit der Unterphosphorsäure, denn wir werden sehen, daß ihre Existenz als besondere Säure wenigstens sehr zweifelhaft ist. Gerade wie die Unterphosphorsäure kann sie sich nicht mit Basen verbinden und bildet mithin keine eigenthümlichen Salze; sie wird selbst vom Wasser zerstört und scheint nicht fähig, sich unverändert mit den starken Säuren verbinden zu können. Über ihre Eigenschaften und Zusammensetzung walteten Zweifeligkeiten ob, welche jedoch Gay-Lussac und Dulong sehr gut aufgeklärt haben.

313. Physische Eigenschaften. Sie ist bei der gewöhnlichen Temperatur und dem gewöhnlichen Luftdruck flüchtig. Ihre Farbe wechselt nach der Temperatur; bei 15° bis 28° C. ist sie orangegelb, bei 0° gelbbraun, bei — 10°

fast farblos, und bei -20° ganz farblos. Ihr Geschmack ist sehr brennend, ihr Geruch stark, ihre Dichtigkeit 1,451; sie röthet das Lakmus, vielleicht nur wegen ihrer Zersetzung im Wasser. Sie färbt die Haut gelb und zerstört sie im Augenblick.

Unter gewöhnlichem Druck kocht sie bei 28° und verwandelt sich in ein orangerothes Gas. Ihre Elastizität ist daher stark genug, um rothe Dämpfe in der Atmosphäre zu verbreiten und allen mit ihr in Berührung kommenden Gasarten, sogleich, selbst bei sehr niedriger Temperatur, eine orangerothe Farbe mitzutheilen.

314. Zusammensetzung. Die salpetrichen Säure ist leicht zu analysiren, wenn man sie mit Kupfer bei erhöhter Temperatur zersetzt; so machte es Dulong. Man gießt die Säure in eine Retorte, an welcher sich eine Porzellanröhre befindet, worin man Kupferdraht oder Kupferspäne gethan hat. An das andre Ende der Röhre befestigt man ein Gasleitungsröhr. Das Kupfer erhitzt man zum Glühen, läßt die Säure langsam siedend, wobei sich ihr Dampf, indem er über das Kupfer streicht, zersetzt, welches letztere sich oxydirt und den Stickstoff frei läßt; man mißt das Stickgas und wägt das Kupfer nach dem Experiment, um die von dem absorbirten Sauerstoffgas herrührende Vermehrung an Gewicht zu bestimmen.

Schon Gay-Lussac hatte die Zusammensetzung der salpetrichen Säure durch ein sehr scharfsinniges und genaues Verfahren bestimmt und gleichzeitig die Zusammensetzung ihrer Elemente festgestellt. Man nimmt einen kleinen Ballon und bestimmt sorgfältig seinen Inhalt; gesetzt nun dieser sey z. B. 400 Kubikcentimeter, so pumpt man die darin enthaltene Luft aus und läßt 200 Kubikcentimeter Stickstoffoxyd hineintreten; hierauf bringt man ihn durch seinen Hahn mit einer, mit trockenem Sauerstoff gefüllten Glocke in Verbindung. Das Stickstoffoxyd wird schnell in salpetrichen Säure verwandelt werden und man wird nun sehen, daß 400 Kubikcentimeter Sauerstoffgas in den Ballon getreten sind; diese Menge begreift sowohl den verbundenen Sauerstoff, so wie denjenigen, welcher das durch die Zusammensetzung der

Elemente verschwundene Gas ersetzt hat. Man macht nun das umgekehrte Experiment, indem man 100 Kubikcentimeter Sauerstoff in den Ballon bringt und ihn dann in Verbindung setzt mit einer Glocke, welche trockenes Stickstoffoxyd enthält. Es bildet sich hier ebenfalls salpetrische Säure und der Ballon wird dann 500 Kubikcentimeter Stickstoffoxyd enthalten. Nun ist im ersten Versuch die Absorption gleich 200 und geschah durch 200 Stickstoffoxyd; im zweiten ist sie ebenfalls = 200 und muß auch durch 200 desselben Gases, welches in die Verbindung eingegangen ist, entstanden seyn; da man aber nur 100 Sauerstoff angewendet hat, so muß die gebildete Säure von 200 Stickstoffoxyd und 100 Sauerstoff, — die zu 100 condensirt sind, — entstanden seyn und ist demnach gebildet aus 100 Stickstoff und 200 Sauerstoff, zu 100 condensirt, wenn man von der Zusammensetzung des Stickstoffoxyd's ausgeht, nämlich aus

1 At. Stickstoff	= 88,52	oder 30,69
2 At. Sauerstoff	= 200,00	69,31
1 At. Salpetrische Säure	= 288,52	100,00

Diese Zusammensetzung kann man auch so darstellen:

1 At. Salpetersäure	= 2 At. Stickst. + 5 At. Sauerst.
1 At. Untersalpetrische Säure	= 2 At. Stickst. + 3 At. Sauerst.
	<hr/>
	4 At. Stickst. + 8 At. Sauerst.

Dieß stimmt auch mit allen ihren Eigenschaften überein.

315. Chemische Eigenschaften. Trocknes Sauerstoffgas wirkt nicht darauf; eben so wenig Chlor, Brom und Jod. Phosphor und Schwefel zerlegen sie schnell unter Beihülfe der Wärme und gehen in Phosphorsäure und schwefelichte Säure über. Einige Wasserstoffsäuren entziehen ihr den Sauerstoff; andere hingegen wirken nicht darauf; dieß ist der Fall bei der Chlornwasserstoffsäure und der Bromwasserstoffsäure. Die Jodwasserstoffsäure, Schwefelwasserstoffsäure und Selenwasserstoffsäure werden aber zerlegt und geben Wasser, Jod, Schwefel und Selen. Eben so verhält es sich mit Phosphorwasserstoffgas im Minimum und im Maximum, welche sich bei der Berührung mit dieser Säure in Dampfform rasch entzünden und heftige Detonationen her-

vorbringen. Die Produkte dieser verschiedenen Reaktionen sind leicht voraus zu sehen.

Die konzentrirte Schwefelsäure verbindet sich rasch das mit und bildet eine krystallinische Zusammensetzung, deren Eigenschaften wir schon kennen gelernt haben. Die Einwirkung der Schwefelsäure wurde schon beschrieben (167). Die Salpetersäure löst sie auf ohne sie zu verändern und nimmt je nach dem Grad der Konzentration verschiedene Farben an. Gay-Lussac, dem man diese Versuche verdankt, hat gefunden, daß die konzentrirte Säure, wenn sie 1,510 wiegt, viel davon absorbirt und eine braune Farbe annimmt; wiegt sie 1,41, so absorbirt sie weniger und wird gelb; noch weniger absorbirt sie bei 1,32 spez. Gewicht und wird dann grün; endlich wirkt die von 1,15 oder die noch spezifisch leichtere fast nur wie Wasser darauf. Fügt man Wasser zu den dichtesten, schon mit salpetricher Säure gesättigten Säuren, so verlieren sie davon einen Theil und nehmen die ihrer neuen Dichtigkeit entsprechenden Farben an. So kann man die Säure nach Willkühr braun, gelb, grün und endlich weiß machen. Eben so kann man sie, indem man konzentrirte Schwefelsäure zur grünen Säure gießt, sie wieder gelb und braun machen, in dem Verhältniß als ihre Dichtigkeit zunimmt. Daraus folgert Gay-Lussac, daß die beobachteten Farben der Dichtigkeit der Flüssigkeit, worin sie entstehen, zuzuschreiben sind.

Sobald man salpetrichre Säure in Dampfform über trockenen Baryt bei der gewöhnlichen Temperatur gehen läßt, so wird die Säure langsam absorbirt; aber bei 200° C. ist die Absorption sehr lebhaft, es tritt ein plötzliches Glühen ein und es erzeugt sich salpetersaurer und untersalpetrichtsaurer Baryt; es ist diese Erscheinung in doppelter Hinsicht merkwürdig, indem die Säure hier wie eine Verbindung aus Salpetersäure und untersalpetricher Säure wirkt und die beiden Salze sich bei einer viel höhern Temperatur erzeugen, als diejenige ist, welche sie zerlegen würde, wenn sie einmal gebildet sind. Um die Wirkung der wasserhaltigen Basen zu verstehen, muß man zuvor die Wirkung des Wassers untersuchen.

316. Die Wirkung des Wassers auf diesen Körper ist sehr merkwürdig. Wenig Säure und viel Wasser schnell zusammengebracht, bewirkt eine vollständige Zersetzung, wobei Stickstoffoxyd entwickelt in Salpetersäure aufgelöst bleibt; dies muß in allen Fällen geschehen, weil die untersalpetrichs Säure selbst durch das Wasser in Stickstoffoxyd und Salpetersäure zerlegt wird. Doch da diese letztere die salpetrichs Säure auflösen kann, so begreift man leicht, daß, wenn man das Gemenge aus viel Säure und wenig Wasser bilden wollte, sich kein Gas entwickeln würde und man dann noch Mißfaß braune, gelbe oder grüne Salpetersäure erhalten würde; da das hinzugefügte Wasser eine mit seiner Quantität in Verhältniß stehende Zersetzung hervorbringt.

Mit concentrirter Kaliauflösung finden verwinkelte Erscheinungen Statt. Die ursprüngliche Wirkung besteht ohne Zweifel in der Bildung von entsprechenden Quantitäten von salpetersaurem und untersalpetrichsaurem Kali; das überschüssige Wasser der Kaliauflösung aber wirkt so auf die salpetrichs Säure, daß sie sich zum Theil in Salpetersäure und in Stickstoffoxyd verwandelt, woraus eine neue Quantität salpetersaures Kali und eine Entwicklung von Stickstoffoxyd hervorgeht, die in der That immer geringer ist, als diejenige, welche aus der Wirkung des Wassers hervergehen würde.

317. Die Wirkung des trocknen Ammoniak kennt man noch nicht. Im flüssigen Zustand wirkt dieser Körper kräftig, erzeugt salpetersaures Ammoniak, Stickstoffoxyd und Stickstoff; dieser komplizierte Prozeß ist leicht zu begreifen, wenn man bedenkt, daß das untersalpetrichsaure Ammoniak nur einige Augenblicke bestehen kann und sich in Wasser und Stickstoff verwandelt. Das Wasser, welches das Ammoniak in Auflösung hielt, verwandelt selbst Theil der salpetrichs Säure in Salpetersäure und Stickstoffoxyd. Alle diese Prozesse gehen zu gleicher Zeit vor sich und die Zersetzung des untersalpetrichsauren Salzes, welche plötzlich geschieht, rührt vielleicht von der erhöhten Temperatur her, welche die Reaktion bewirkt.

Da man die hauptsächlichsten Reaktionen der salpetrichen Säure so leicht und einfach erklären kann, wenn man sie als eine zusammengesetzte Säure betrachtet, so wäre es äußerst wichtig, die Verbindung der Schwefelsäure und salpetrichen Säure einer sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen, da diese Verbindung bei der Gewinnung der Schwefelsäure eine so bedeutende Rolle spielt. Gewiß ist es, daß in Beziehung auf Zusammensetzung und ihre wenig bekannten Eigenschaften noch manches problematisch ist, welches eine nähere aufmerksame Untersuchung verdiente.

318. **Bereitung.** Nichts ist leichter als die Bereitung der salpetrichen Säure. Zu ihrer Bildung reicht, nach der Angabe von Gay-Lussac und Dulong, die Zersetzung eines trocknen salpetersauren Salzes mittelst des Feuers hin, wenn dasselbe nur kein Alkalimetall enthält. Das salpetersaure Blei verdient im Allgemeinen den Vorzug, wegen der Leichtigkeit dasselbe trocken zu erhalten. Man pulverisirt dieses Salz, setzt es einige Zeit in einer Schale einer Hitze von ungefähr 120 bis 150° C. aus und bringt es dann in eine kleine mit Thon beschlagene Retorte. Der Schnabel dieser Retorte läuft in eine U förmig gebogene Röhre aus, deren Krümmung von einem Gemenge aus Eis und Kochsalz umgeben ist, welches seine Temperatur bei ungefähr 20° unter Null erhält. Die gekrümmte Röhre endigt sich in eine Spitze, um dem durchtretenden Dampf oder Gas einigen Widerstand zu leisten. Man erhitzt die Retorte; das salpetersaure Salz wird zersetzt; da seine Säure kein Wasser findet, so wird sie zerstört und in salpetrichen Säure und Sauerstoff verwandelt; letzterer entweicht und ersterer verdichtet sich völlig in der Krümmung. Das Bleiorpd bleibt in der Retorte zurück.

Salpetersäure.

(Synonyme. Salpetergeist, Schelswasser. Lat. *Acidum nitricum*, *aqua fortis*. Franz. *Acide nitrique*, *eau forte*.)

319. Die Salpetersäure ist die sauerstoffreichste unter allen Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs. Ihr Name,

welcher auch Einfluß auf die Namensbildung aller übrigen bisher betrachteten Verbindungen des Stickstoffs hatte, entfernt sich von den gewöhnlichen Regeln der Nomenklatur und steht als ein stetes Zeugniß der Hindernisse da, welche Lavoisier zu besiegen hatte, als er das alte Gebäude der Chemie umstürzen wollte. Durch eine unglückliche Nachgiebigkeit, welche er für nöthig erachtete, wurde der Name der Stickstoffsaure statt von ihrer wirklichen Grundlage, vom alten Namen des salpetersauren Kali's, oder wie man es damals nannte, von Salpeter oder Salpeterminerz gebildet. Hieron rühren die Namen salpetrische Säure, Salpetersäure, salpetersaures Salz ic. her, welche um so mehr in unserer gegenwärtigen Nomenklatur auffallen, weil sie fast die einzigen der Art sind und für ihre unregelmäßige Bildung sich kein einleuchtender Grund findet. Es wäre einmal Zeit, daß die Chemiker diese Benennungen der allgemeinen Regel unterwürfen und die dem guten Geschmack und der Logik zuwiderlaufenden in gemeinsamer Übereinstimmung abschafften.

Die Salpetersäure war seit langer Zeit bekannt, ohne daß man ihre Zusammensetzung gewußt hätte, bis Cavendish endlich durch ein sehr merkwürdiges Experiment ihre wahre Natur erkannte und selbst das quantitative Verhältniß ihrer Elemente ziemlich genau bestimmte. Er machte über Quecksilber ein Gemenge von atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas, worin er etwas Wasser mit aufgelöstem Kali brachte. Er unterwarf dieß Gasgemenge der fortgesetzten Einwirkung einer Menge elektrischer Funken und fand, daß ein Theil Sauerstoff und ein Theil Stickstoff nach und nach verschwanden, indem sich das Wasser mit salpetersaurem Kali schwängerte und daß folglich die Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff gebildet ward.

In einem im Großen ausgeführten und einen Monat lang fortgesetzten Experiment, wobei man alle Umstände in Rechnung brachte, so viel blos nämlich zu jener Zeit geschehen konnte, wo die Berichtigungen, welche die Temperatur und Expansion des Wasserdampfes in dem Volum der Gase nothwendig machen, noch nicht genau bekannt waren, fand man,

Dichtigkeit.	Procente wasserfreier Säure.	Procente flüchtiger Säure in 1,500.	Dichtigkeit.	Procente wasserfreier Säure.
1,5000	79,700	100	1,3323	45,429
1,4900	78,903	99	1,3270	44,652
1,4850	78,106	98	1,3216	43,855
1,4810	77,309	97	1,3163	43,038
1,4760	76,512	96	1,3110	42,241
1,4720	75,715	95	1,3056	41,444
1,4680	74,918	94	1,3001	40,647
1,4640	74,121	93	1,2947	39,850
1,4600	73,324	92	1,2887	39,063
1,4560	72,527	91	1,2826	38,256
1,4520	71,730	90	1,2765	37,459
1,4480	70,933	89	1,2705	36,662
1,4440	70,136	88	1,2644	35,865
1,4400	69,339	87	1,2583	35,068
1,4360	68,542	86	1,2523	34,271
1,4320	67,745	85	1,2462	33,474
1,4280	66,948	84	1,2402	32,677
1,4240	66,155	83	1,2341	31,880
1,4200	65,354	82	1,2277	31,083
1,4160	64,557	81	1,2212	30,286
1,4120	63,760	80	1,2148	29,489
1,4080	62,963	79	1,2084	28,692
1,4040	62,166	78	1,2019	27,895
1,4000	61,369	77	1,1958	27,098
1,3960	60,572	76	1,1895	26,301
1,3920	59,775	75	1,1833	25,504
1,3880	58,978	74	1,1770	24,707
1,3840	58,181	73	1,1709	23,900
1,3800	57,384	72	1,1648	23,113
1,3760	56,587	71	1,1587	22,316
1,3720	55,790	70	1,1526	21,519
1,3680	54,993	69	1,1465	20,722
1,3640	54,196	68	1,1403	19,925
1,3600	53,399	67	1,1345	19,128
1,3560	52,602	66	1,1286	18,331
1,3520	51,805	65	1,1227	17,534
1,3480	51,008	64	1,1168	16,737
1,3440	50,211	63	1,1109	15,940
1,3400	49,414	62	1,1051	15,143
1,3360	48,617	61	1,0993	14,346
1,3320	47,820	60	1,0935	13,549
1,3280	47,023	59	1,0878	12,752
1,3240	46,226	58	1,0821	11,955

ten dem directen Einfluß der Sonnenstrahlen ausgesetzt, so färbt sie sich gelb, wie dieß immer der Fall ist, wenn sie salpetrichte Säure enthält, selbst im concentrirten Zustande. Wird sie dem Sonnenlichte anhaltend ausgesetzt, so kann man Sauerstoff daraus erhalten, aber die salpetrichte Säure bleibt immer in Auflösung; es tritt dann ein Zeitpunkt ein, wo die Reaction aufhört, indem die zurückbleibende Säure durch das Wasser, welches durch den zersetzten Theil der Säure gebildet wird, schwächer wird. Gay-Lussac bewies, daß die verdünnte Säure bei einer Dichtigkeit von 1,52 nicht mehr vom Licht verändert wird. Der Sauerstoff wirkt nicht auf sie, eben so wenig die Luft. Das Chlor, Brom, und Jod ändern sie ebenfalls nicht.

Der Wasserstoff dagegen zersetzt sie leicht. Es bildet sich Wasser und der Stickstoff wird frei. Die Reaction ist so lebhaft, daß man vermeiden muß, das Gemenge von Wasserstoff und Salpetersäure in Dampfform der Glühhitze aussetzen, indem sonst heftige Explosionen erfolgen könnten.

Schwefel und Phosphor zersetzen sie ebenfalls bei der Siedhitze. Es erzeugt sich Schwefelsäure oder Phosphorsäure; zugleich mit dem Schwefel wird Stickstoffoxyd und mit dem Phosphor dasselbe nebst Stickstoffoxydul und Stickstoff frei. Die Einwirkung des Phosphors ist weit lebhafter als die des Schwefels (250).

321. Die Wirkung der Chlornwasserstoffsäure und Fluorwasserstoffsäure auf sie werden wir später betrachten (335, 336). Die Bromwasserstoffsäure, Jodwasserstoffsäure, Schwefelwasserstoffsäure und Selenwasserstoffsäure, in Wasser aufgelöst oder in gasförmigen Zustand, werden durch die Salpetersäure in der Kälte zersetzt. Es bildet sich Wasser, Stickstoffoxyd und Brom entwickelt sich, oder es setzt sich schnell Jod, Schwefel und Selen ab. Die Wirkung des Wasserstoff-Schwefels muß eben so seyn, wie die des Phosphorwasserstoffgases im Minimum und Maximum.

Die Salpetersäure verwandelt die unterphosphorichte, phosphorichte und Unterphosphor-Säure in Phosphorsäure. Die Wirkung geschieht jedoch erst in der Siedhitze, wobei Stickstoffoxyd entweicht.

Mit Hülfe der Wärme wird die Salpetersäure durch schweflichte Säure zersetzt; diese verwandelt sich dabei in Schwefelsäure, jene in salpetrichen Säure.

Wenn man diese verschiedenen Reaktionen kennt, so sind fast alle übrigen leicht voraus zu sehen; so wirkt z. B. diese Säure auf Jodschwefel, indem sie den Schwefel säuert und das Jod in Freiheit setzt etc.

322. Unter den übrigen bereits aufgeführten Körpern bietet nur einer merkwürdige Erscheinungen dar; dieß ist das Stickstoffoxyd. Dieß Gas wird von der concentrirten Salpetersäure schnell absorbiert, die dadurch, gerade wie wenn man sie mit salpetricher Säure mischt, braun gefärbt wird; wirklich entwickelt sich beim Erhitzen auch viel salpetrichen Säure und kein Stickstoffoxyd, woraus man sieht, daß die Säure theilweise zersetzt wurde und daß sie, indem sie selbst in salpetrichen Säure überging, dem Stickstoffoxyd die nothwendige Sauerstoffmenge abgab, um ebenfalls letztere zu bilden. Der Erfolg ist hinsichtlich der Intensität verschieden, je nachdem Konzentrationsgrad der Säure; wiegt die Säure 1,15, so wirkt sie nicht auf das Stickstoffoxyd, bei 1,32 absorbiert sie etwas davon und wird grün, bei 1,41 nimmt sie mehr davon auf und wird gelb, bei 1,510 endlich wird sie braun und absorbiert noch mehr von Stickstoffoxydgas. Gießt man diese Auflösungen in Wasser, so wird salpetrichen Säure und Stickstoffoxyd frei und die Flüssigkeit, welche nur reine Salpetersäure enthält, erscheint farblos (316).

Versucht man das Wasser aus der Salpetersäure zu entfernen, so verwandelt sie sich stets in Sauerstoff und salpetrichen Säure, wenn man sie mit dem 4 oder 5fachen Gewicht concentrirter Schwefelsäure mengt und erhitzt, so entweichen sogleich aus dem Gemenge rothe salpetrichensaure Dämpfe, welche mit Sauerstoff gemengt sind.

323. Die Wirkung des Wassers auf Salpetersäure bietet sehr beachtungswerthe Erscheinungen dar. Mengt man beide miteinander, so wird Wärme frei, jedoch weniger als bei der Mengung mit Schwefelsäure. Je nachdem man mehr oder weniger Wasser hinzufügt, kann man nach Will-

der rothe Dampf zerstreut sich bald und wird durch weiße Dämpfe ersetzt, deren Erzeugung lange dauert; gegen das Ende der Operation aber kommen statt dieser wieder rothe Dämpfe zum Vorschein, die sehr reichlich sind: die Masse steigt auf und würde in den Hals der Retorte treten, wenn man das Feuer nicht mäßigte. Man kann dann sicher seyn, daß die Operation beendigt ist.

323. Es ist leicht, sich von diesen verschiedenen Erscheinungen Rechenschaft zu geben, wenn man sich der Wirkung erinnert, welche die Schwefelsäure auf die Salpetersäure ausübt. Wir wissen, daß sie dieselbe in salpetrichte Säure und Sauerstoff verwandelt. Zu Anfang der Operation ist erst sehr wenig Säure frei geworden, weil nur eine kleine Partie salpetersaures Kali angegriffen war. Diese Säure ist mit viel noch freier konzentrierter Schwefelsäure in Berührung; sie muß also sich zum Theil zersetzen und rothe Dämpfe von salpetricher Säure gemengt mit Sauerstoff liefern. Sobald der Salpeter geschmolzen ist, wird die Berührung inniger; die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kali und giebt ihr Wasser an die Salpetersäure ab, welche alsdann vorherrscht und so der Einwirkung der überschüssigen Schwefelsäure entgeht. Nur die Salpetersäure entweicht dann in Gestalt von weißen Dämpfen; da sich aber die Salpetersäure fortwährend entwickelt, dagegen die überschüssige Schwefelsäure in der Retorte bleibt, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo diese letztere wieder vorherrschend wird, und dann fängt die Zersetzung der Salpetersäure wiederum an, um nicht mehr aufzuhören. Die rothen Dämpfe erzeugen sich von Neuem, werden sehr intensiv und erscheinen bis ans Ende der Operation ohne Unterlaß.

Würde man mit Wasser verdünnte Schwefelsäure anwenden, so würden sich keine braunrothen Dämpfe bilden, ausgenommen nur solche, welche von der geringen Menge Kochsalz, welche der Salpeter enthält, herrühren. Dieß Salz wird zersetzt; die Chlornwasserstoffsäure, die sich dadurch bildet, wirkt auf die Salpetersäure, erzeugt Chlor und salpetrichte Säure; doch ist ihre Menge fast unmerklich.

gen, die, wenn man dieß nicht berücksichtigt, schwer zu erklären sind.

324. Nicht weniger merkwürdig sind die Erscheinungen, welche bei dem Kochen der Säure eintreten, wenn sie mehr oder weniger mit Wasser verdünnt ist. Wir haben schon erwähnt, daß die reine Säure bei 86° C kocht; versucht man aber sie zu destilliren, so verflüchtigt sich ein Theil davon wirklich, ein andrer Theil zersetzt sich in salpetrichen Säure und Sauerstoff, während das Wasser der letztern von der übrig bleibenden Säure absorbiert wird. Der Siedepunct erhebt sich allmählig bis zu 120° oder 122° C, wo er dann unveränderlich derselbe bleibt, bis alle Säure überdestillirt ist. Wenn man dagegen die Säure mit viel Wasser verdünnt und sie erhitzt, so erhöht sich der Siedepunct, der anfänglich bei 103° oder 104° war, allmählig bis zu 120° und 122° , wo er dann stehen bleibt. In diesem Fall aber wird das Wasser zum Theil entwichen seyn. Wir finden hier die nämlichen Erscheinungen, wie bei der Schwefelsäure.

Hier ist eine Tabelle, nach Dalton, für die verschiedenen Grade des Siedepuncts der Salpetersäure

Dichtigkeit	Siedepunct	
1,51	86° C	Thénard
1,50	99	Dalton
1,45	115	Derselbe
1,42	120	—
1,40	119	—
1,35	117	—
1,30	115	—
1,20	108	—
1,15	104	—

Nach Dalton scheint es selbst, daß der bis auf 104 gestiegene Siedepunct durch Zusatz von etwas Wasser wieder bis auf 105° steigen könnte; setzt man noch mehr Wasser hinzu, so fällt er wider auf 104° . Diese Thatsache scheint nicht unmöglich zu seyn, bedarf aber noch weiters Bestätigung.

325. Die Dichtigkeit der Salpetersäure nimmt in dem Maße ab, als man sie mit Wasser verdünnt, obschon das Wasser selbst eine Verdichtung erfährt, wenn es mit der

Säure zusammengemengt wird. Folgende Tabelle zeigt das Verhältniß zwischen dieser Dichtigkeit und der wahren Säuremenge.

Tabelle der Reichhaltigkeit der Salpetersäure zu verschiedenen Dichtigkeitsgraden bei 19° C.

Dichtigkeit Wasserfreie Säure Name des Beobachters
in 100 Theilen.

1,513	.	85,7	.	Berechnet
1,498	:	84,2	:	Thénard
1,478	.	72,9	.	Derselbe
1,434	.	62,9	.	—
1,422	.	61,9	.	—
1,376	.	51,9	.	—

Man kann auf diese Beobachtungen so gewiß von der folgenden Tabelle behaupten möchte, aber es ist möglich, daß Säure nicht gehörig konzentriert war. Die Temperatur bei d

en. was ich nicht
entlehnten
vollständiger,
angewendete
ich rein

Reihe der Flaschen immer reines Wasser thun, damit die Kondensation der Dämpfe darin vollendet wird.

332. Die so erhaltene und in den Handel gegebene Säure ist jedoch nicht rein genug für alle Zwecke, wozu man sie benützt; sie enthält immer etwas salpetrichte Säure und Chlor, das man nicht vollständig zu entfernen sucht. Sie enthält auch immer Schwefelsäure. Um sie zu reinigen, destillirt man sie in Glasretorten, indem man das Destillat theilweise besonders auffängt. Die ersten verflüchtigten Portionen enthalten Chlor und salpetrichte Säure; man wechselt die Vorlage, sobald die in der Retorte enthaltene anfangs etwas bernsteinfarbige Flüssigkeit weiß geworden ist; sodann sammelt man die reine Salpetersäure. Wird die Destillation mit Sorgfalt ausgeführt, so können neun Zehnthelle der in der Retorte enthaltenen Säure übergetrieben werden; dann muß man aber anhalten, denn es könnte nun Schwefelsäure mit über destilliren. Diese letztere bleibt ganz im Rückstand. Die so rectificirte Salpetersäure ist noch nicht rein und es ist daher klar, da die Reinigung der Zweck der Destillation ist, daß man mehr Vortheil bei dem oben angeführten Verfahren haben würde (329).

333. Nach Thénard erhält man aus 1250 Grammen geschmolzenem Salpeter, der mit zwei Dritttheilen seines Gewichts möglichst wasserfreien Schwefelsäure behandelt wurde, 610 Grammen sehr concentrirte Salpetersäure; aus 1800 Grammen geschmolzenem Salpeter und 1800 der im Handel vorkommenden Schwefelsäure, erhält man 1020 Gramme Salpetersäure, die fast eben so concentrirt wie die vorige ist; man zieht daher im Kleinen die letztern Verhältnisse vor.

Demohngeachtet ziehen die Fabrikanten folgende Verhältnisse vor: 100 salpetersaures Kali und 60 Schwefelsäure zu 66°. Wollte man aber Schwefelsäure zu 55° anwenden, so müßte man 80 Theile statt 60 nehmen. Die Schwefelsäure von diesem Grad ist nicht so theuer; aber die Salpetersäure, welche man dann erhält, ist auch nicht so rein, enthält mehr Wasser und die Zylinder werden aus diesem Grunde weit stärker angegriffen; auch bedarf man mehr Brennmaterial, um die Operation auszuführen, wodurch die Er-

starnisse, die man durch Anwendung einer verdünnten Schwefelsäure macht, wiederum stark aufgewogen werden.

Es ist eine durch die Erfahrung längst bestätigte Thatsache, daß die concentrirte Salpetersäure die gußeisernen Zylinder weniger angreift, als wenn sie verdünnt ist. Man behauptet sogar, daß die Zylinder in der Glühhitze weniger, als bei geringerer Temperatur leiden. Das erste erklärt sich leicht aus den oben (323) angeführten Beobachtungen, aus welchen hervorgeht, daß die Salpetersäure bei einem gewissen Grad der Dichtigkeit nur langsam auf die Metalle wirkt.

Die zweite Beobachtung den schönen Versuchen 1 tion, welche das Eisen 1 electrischen Eigenschaften sich zum kalten Eisen neg rung mit glühendem Eise

„leicht ihre Erklärung in
zels über die Modifika
die Hine in Bezug auf seine
be Körper, welcher
rd durch die Berüh-

Bevor man das salz thig, es von den fremden hält; diese sind Chlorkal nium. Werden diese Sa so geben sie Chlor und sal Salpeter ziemlich leicht von diesen Chlorverbindungen, indem man ihn dreimal hintereinander wäscht. Das gebrauchte Wasser darf im Ganzen nur vier Hunderttheile seines Gewichts ausmachen; man gießt es in kleinen Portionen auf das in trichterförmigen Holzgefäßen (tromies) befindliche Salz; wann es gut abgetropft ist, so nimmt man den obern Theil bis zu zwei Drittheilen weg; das auf dem Boden befindliche läßt man für die folgenden Operationen zum Abtropfen.

Salz anwendet, ist es nö
reinigen, welche es ent
calcium und Chlormaga
säure zersezt,
n reinigt den

339. Benützung. Die Salpetersäure gebraucht man bei der Fabrikation der Schwefelsäure, Dralsäure ic.;

- *) Diese Salpeterreinigungsmethode, welche allgemein in Frankreich mit so großem Vortheil angewendet wird, ist unseres Wissens in Deutschland noch sehr wenig bekannt und benützt. Wir machen besonders darauf aufmerksam und empfehlen ihre Anwendung stets dann, wenn es sich darum handelt, ganz salzsaurefreie Salpetersäure zu bereiten. Dasselbe Verfahren wendet man auch an, um den Salpeter im Großen behufs der Pulverfabrikation zu raffiniren; bei der Salpeterbereitung wird ausführlich die Rede davon sein. M. u. W.

Säure wird also aus 100 Stickstoff und 250 Sauerstoff gebildet, oder:

2 Mt. Stickstoff	= 177,02	oder	26,15
5 Mt. Sauerstoff	= 500,00		75,85
1 Mt. Salpetersäure	= 677,02		100,00

Die wässerige Salpetersäure besteht aus:

1 Mt. wasserfreier Salpetersäure	= 677,02	oder	85,75
2 Mt. Wasser	= 112,43		14,25
	789,50		100,00

Dies ist die reinste, welche man sich verschaffen kann.

227. *Bereitung.* Die Salpetersäure wird immer aus salpetersaurem Kali gewonnen,, indem man dieß Salz mit concentrirter Schwefelsäure bei erhöhter Temperatur behandelt. Die Schwefelsäure bemächtigt sich des Kalis, bildet neutrales oder saures schwefelsaures, festes und wasserfreies Kali, während die Salpetersäure sich des Wassers bemächtigt, welches die Schwefelsäure enthielt und in Dämpfen entweicht, die man in den Vorlagen auffängt.

Das Verfahren ist sowohl in den Laboratorien wie in den Fabriken dasselbe, nur mit dem Unterschiede, daß in beiden Fällen verschiedene Apparate angewendet werden.

In den Laboratorien bringt man 6 Theile Salpeter und 4 Theile Schwefelsäure, wie sie im Handel vorkommt, in eine Glasretorte und macht diese nur zur Hälfte voll.

Man gießt durch eine lange Röhre die Säure in den Bauch der Retorte, um zu verhindern, daß sie nicht am Retortenhals herabrinnt; denn in diesem Fall würde immer ein Theil an den Wänden hängen bleiben und bei dem so vorgerichteten Apparat würde sie sich sogar mit der Salpetersäure mengen und diese verunreinigen. Man erhitzt die Retorte über freiem Feuer, bringt aber zuvor ihren Hals in einen tubulirten Rezipienten, der mit einem Sicherheitsrohr versehen ist, an welchem sich eine Kugel befindet, um die Gase auffangen zu können.

Sobald man die Säure auf das salpetersaure Kali gegossen hat, sieht man einen leichten rothen Dampf erscheinen, welcher von der Entwicklung der salpetrichen Säure herührt; beim Erhitzen gelangt das Gemenge zum Schmelzen;

Angewendete Atome.

$$\begin{array}{rcl} \text{Säure} = & \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Stickstoff} = 177,02 \\ 5 \text{ Sauerst.} = 500,00 \\ 2 \text{ Chlor} = 442,64 \\ 2 \text{ Wasserst.} = 12,48 \end{array} \right. \\ & 1132,14 \end{array}$$

Reine Atome.

$$\begin{array}{rcl} \text{Säure} = & \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Stickst.} = 177,02 \\ 4 \text{ Sauerst.} = 400,00 \\ \dots \dots \dots = 442,64 \\ \dots \dots \dots = 112,48 \end{array} \right. \\ & 1132,14 \end{array}$$

Alt. wasserfreie Salpetersäure gleich wird 789,5, Wasser aufnimmt, und da 4 Alt. Chlornwasserstoffsäure. Theilen der concentrirten im Handel vorkommenden Chlornwasserstoffsäure entsprechen, so scheint es, daß das passendste Verhältniß 8 Theile Salpetersäure auf ungefähr 11 Theile Chlornwasserstoffsäure seyn dürfte; in den meisten Fällen aber verhält es sich nicht so.

Wir haben zwar angenommen, es entblinde sich salpetrichte Säure; fast immer aber kann sich die Substanz, welche man der Einwirkung des Königswassers unterwirft, oxydiren, indem sie auf salpetrichte Säure wirkt und sie in Stickstofforyd verwandelt. Das so erzeugte Oxyd wirkt wieder auf die Chlornwasserstoffsäure und erzeugt Wasser und eine Chlorverbindung. Es ist leicht einzusehen, daß die Salpetersäure, indem sie in salpetrichte Säure übergeht, nur ein Atom Sauerstoff verliert; während sie drei verlieren muß, um Stickstofforyd zu werden. Man muß daher die Menge der Chlornwasserstoffsäure dreifach nehmen, was dann das Verhältniß von 8 Theilen Salpetersäure zu 33 Chlornwasserstoffsäure, oder einfacher in Gewichtstheilen 1 zu 4 giebt. Wurde endlich die behandelte Substanz die salpetrichte Säure in Stickstoff zurückzuführen, so müßte man wieder andere Verhältnisse anwenden. Diese würden seyn 8 Theile Salpetersäure für 53 Chlornwasserstoffsäure, oder einfach 1 zu 7.

Man sieht, daß das Königswasser in seinen Verhältnissen nach der Verschiedenheit der Fälle wechseln muß; da aber

sie dient zur Auflösung des Quecksilbers bei Zubereitung der Haare in der Hutmacherei und zum Auftragen des Amalgams in der Messingvergoldung. Man gebraucht sie auch, um die Metalle aufzulösen und auf Kupfer zu fällen. Ferner macht man aus ihr die Salpetersalzsäure oder das sogenannte Königswasser, bereitet mit ihrer Hülfe den rothen Präzipitat, oder das Quecksilberoryd und wendet sie endlich noch in der Färberei, beim Münzprobiren, bei der Scheidung des Goldes etc. an.

Salpeter: Salzsäure oder Königswasser.

335. Man bezeichnet unter diesem Namen ein Gemenge aus Salpetersäure und Chlornwasserstoffsäure, das seit langer Zeit zum Auflösen des Goldes und um verschiedene andre metallische Mineralien anzugreifen in Gebrauch ist. Die Alchymisten, welche das Gold als den König der Metalle ansahen, nannten dieß Gemenge Königswasser, da es zu jener Zeit das einzige Auflösungsmittel des Goldes war.

Das Königswasser wird in den Künsten sehr häufig gebraucht; seine Mischungsverhältnisse beruhen auf einer eignen Theorie, welche man sorgfältig kennen lernen muß, um die Anwendung desselben nach den Umständen zu reguliren.

Die meisten Thatfachen, auf welchen diese Theorie beruht, waren den alten Chemikern bekannt; sie sind aber erst 1816 von Davy auf eine genügende Weise geordnet und näher untersucht worden. Folgendes sind diese Thatfachen: 1) das Chlor verwandelt unter Einfluß des Wassers das Stickstofforyd in salpetrichte Säure, indem es selbst in Chlornwasserstoffsäure übergeht; 2) das Chlor wirkt weder auf wasserfreie noch auf wässrige salpetrichte Säure; 3) die Chlornwasserstoffsäure wirkt ebenfalls nicht auf wasserfreie salpetrichte Säure; 4) die Chlornwasserstoffsäure und Salpetersäure verwandeln sich in Chlor, salpetrichte Säure und Wasser. In der Kälte ist die Wirkung nur partiell, in der Wärme vollständig. Aus diesem allen geht klar hervor, daß das Königswasser aus folgenden Elementen bestehen muß, vorausgesetzt, daß die Umwandlung total Statt gefunden hat.

Angewendete Atome.

1 At. Salpetersäure =	{	2 Stickstoff = 177,02
		5 Sauerst. = 500,00
4 At. Chlornwasser-	{	2 Chlor = 442,64
stoffsäure =		2 Wasserst. = 12,48
		1132,14

Erzeugte Atome.

2 At. salpetrichte Säure =	{	2 Stickst. = 177,02
		4 Sauerst. = 400,00
2 At. Chlor		= 442,64
2 At. Wasser		= 112,48
		1132,14

Da 1 At. wasserfreie Salpetersäure gleich wird 789,5, wenn sie Wasser aufnimmt, und da 4 At. Chlornwasserstoffsaure 1124 Theilen der concentrirten im Handel vorkommenden Chlornwasserstoffsaure entsprechen, so scheint es, daß das passendste Verhältniß 8 Theile Salpetersäure auf ungefähr 11 Theile Chlornwasserstoffsaure seyn dürfte; in den meisten Fällen aber verhält es sich nicht so.

Wir haben zwar angenommen, es entbinde sich salpetrichte Säure; fast immer aber kann sich die Substanz, welche man der Einwirkung des Königswassers unterwirft, oxydiren, indem sie auf salpetrichte Säure wirkt und sie in Stickstofforyd verwandelt. Das so erzeugte Oryd wirkt wieder auf die Chlornwasserstoffsaure und erzeugt Wasser und eine Chlorverbindung. Es ist leicht einzusehen, daß die Salpetersäure, indem sie in salpetrichte Säure übergeht, nur ein Atom Sauerstoff verliert; während sie drei verlieren muß, um Stickstofforyd zu werden. Man muß daher die Menge der Chlornwasserstoffsaure dreifach nehmen, was dann das Verhältniß von 8 Theilen Salpetersäure zu 33 Chlornwasserstoffsaure, oder einfacher in Gewichtstheilen 1 zu 4 giebt. Würde endlich die behandelte Substanz die salpetrichte Säure in Stickstoff zurückführen, so müßte man wieder andere Verhältnisse anwenden. Diese würden seyn 8 Theile Salpetersäure für 33 Chlornwasserstoffsaure, oder einfach 1 zu 7.

Man sieht, daß das Königswasser in seinen Verhältnissen nach der Verschiedenheit der Fälle wechseln muß; da aber

die Chlornasserstoffsäure weniger kostet als die Salpetersäure, so kann man sie wohl im Ueberschuß anwenden. Jetzt nimmt man allgemein als die besten Verhältnisse 1 Theil Salpetersäure auf 4 Theile Chlornasserstoffsäure an. Nichts desto weniger glaube ich, daß man 6 Theile der letzteren ohne Nachtheil nehmen konnte, sobald man Zinn oder Metalle, welche das Wasser von selbst zersetzen können, behandeln wollte.

Nach der Natur des Produkts, das man zu erhalten sucht, müssen ebenfalls die Mengen-Verhältnisse abgeändert werden. Ist es ein Chlorür oder eine entsprechende Verbindung, so bleiben obige Berechnungen richtig; bildet sich aber chlornasserstoffsäures Chlorür, so muß man verhältnißmäßig mehr Chlornasserstoffsäure nehmen.

Man macht oft eine Art Königswasser, indem man Salpetersäure mit chlornasserstoffsäurem Ammoniak oder Chlornatrium mengt. Diese Zusammensetzung gebraucht man besonders zu Zinnauflösungen. Wir werden an andern Orten hierauf zurückkommen, (man sehe: Porzellanmalerei, Kattunetzel); wir bemerken hier nur noch, daß in diesem Faß sich verwickelte Verbindungen bilden, welche die Theorie schwierig machen; wenn man auch die Ursache der guten Wirkungen dieser Mischung angeben kann. Es bilden sich Verbindungen zwischen Chlorzinn und chlornasserstoffsäurem Ammoniak oder Kochsalz. Diese Verbindungen werden vom der Luft und vom Wasser weniger verändert, als das reine Chlorzinn, was ihre Wirkung zuverlässiger macht. Man weiß, daß man ist, soviel ich weiß, der erste Chemiker, welcher diese Erscheinungen, die wir später sorgfältiger prüfen wollen, genau untersucht hat.

19. 1791. 1792. 1793. 1794. 1795. 1796. 1797. 1798. 1799. 1800. 1801. 1802. 1803. 1804. 1805. 1806. 1807. 1808. 1809. 1810. 1811. 1812. 1813. 1814. 1815. 1816. 1817. 1818. 1819. 1820. 1821. 1822. 1823. 1824. 1825. 1826. 1827. 1828. 1829. 1830. 1831. 1832. 1833. 1834. 1835. 1836. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1844. 1845. 1846. 1847. 1848. 1849. 1850. 1851. 1852. 1853. 1854. 1855. 1856. 1857. 1858. 1859. 1860. 1861. 1862. 1863. 1864. 1865. 1866. 1867. 1868. 1869. 1870. 1871. 1872. 1873. 1874. 1875. 1876. 1877. 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. 1883. 1884. 1885. 1886. 1887. 1888. 1889. 1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900. 1901. 1902. 1903. 1904. 1905. 1906. 1907. 1908. 1909. 1910. 1911. 1912. 1913. 1914. 1915. 1916. 1917. 1918. 1919. 1920. 1921. 1922. 1923. 1924. 1925. 1926. 1927. 1928. 1929. 1930. 1931. 1932. 1933. 1934. 1935. 1936. 1937. 1938. 1939. 1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000.

Salpeter-Flußsäure.

(Acide nitro-hydrofluorique.)

336. Mit diesem Namen bezeichnet man ein Gemenge, aus Salpetersäure und Fluorwasserstoffsäure, deren Gebrauch Berzelius in vielen Umständen empfahl. Es ist gewiß, daß fast alle Metalle, welche der Wirkung des Königswas-

ferb widerstehen, durch dieß Gemenge aufgelöst werden, welches auf diese Weise ein sehr geschagtes Reagens ist; Abrißgenß finden dieselben Grundsätze in dem Mischungsverhältnisse Statt.

Chlorstickstoff.

(Chlorure d'azote.)

337. Bei der Beschreibung der Wirkungen, die in Folge der Berührung des Chlors und Ammoniak's sich zeigen, haben wir die Untersuchung des Processes, der bei der Bildung des Chlorstickstoff's Statt findet, auf diesen Artikel verwiesen. Diese so äußerst leicht detonirende Verbindung wurde 1812 von Dulong entdeckt; sie entsteht wahrscheinlich immer, wenn das Chlor mit Stickstoff im Augenblick seiner Gaswerdung zusammen kommt; aber die Verbindung wird schon wieder während der Bildung zerstört, wenn man nicht ewige Vorkehrungen trifft. - Bevor wir über diesen Punkt weiter ausfahren, wollen wir bemerken, daß dieser Körper äußerst gefährliche Zufälle verursacht hat; es könnten sich dieselben leicht wiederholen, wenn man nicht von seiner Existenz und den Verhältnissen, unter denen er gebildet wird, unterrichtet wäre.

338. Bereitung. Man nimmt einen sehr dünnen gläsernen Trichter, dessen Ende man an der Lampe auszieht; und taucht ihn in kleines Gefäß mit Quecksilber; man gießt in den Trichter eine wässerige Auflösung von chlorowasserstoffsaurem Ammoniak, welche ein Zwanzigstel dieses Salzes enthält; zuletzt gießt man, mittelst einer kleinen Röhre, welche man in die Flüssigkeit bringt, bis sie fast auf das Quecksilber stößt, allmählig eine concentrirte Kochsalzauslösung hinzu. Diese hebt die Ammoniakauflösung, weil sie schwerer ist, in die Höhe und nimmt ihre Stelle in der Trichterröhre ein; man hört auf davon einzugießen, sobald sie eine zwei oder drei Zoll hohe Schicht bildet. Wenn diese Vorrichtungen getroffen sind, so leitet man einen Strom von Chlor in die Ammoniaksolution, und zwar so, daß man die Röhre, durch welche der Strom geht, immer in einiger Entfernung von der

Kochsalzauflösung hält, damit die Bewegung der Blasen nicht beide Schichten der Flüssigkeit untereinander mengt. Das Chlor wird zuerst absorhirt, dann sieht man eine Menge kleiner Blasen von dem sich entwickelten Stickgas entstehen und bald bilden sich kleine Tröpfchen von öhligem Ansehen, welche durch beide Flüssigkeiten durchfallen und auf dem Quecksilber sich vereinigen: dieß ist Chlorstickstoff. Will man den Versuch beendigen, so nimmt man das Gefäß mit dem Quecksilber weg und vertauscht es mit einem andern voll destillirten Wassers, oder auch mit einem leeren; je nach der Verschiedenheit der Anwendung, welche man von dieser Chlorverbindung macht.

In diesem Versuch bemächtigt sich das Chlor des Wasserstoffs vom Ammoniak, um Chlorwasserstoffsäure zu bilden; der Stickstoff wird frei, und ein Theil desselben, der sich mit dem überschüssigen Chlor verbindet, veranlaßt die Bildung des Chlorstickstoffs.

539. Zusammensetzung. Der Chlorstickstoff wird wahrscheinlich aus 3 Vol. Chlor und 1 Vol. Stickstoff gebildet.

540. Eigenschaften. Der Chlorstickstoff ist flüchtig, von öhligem gelblicher Farbe, besitzt einen stechenden Geruch, ist schwerer als Wasser und sehr flüchtig. Bei 50° detonirt er mit unbeschreiblicher Heftigkeit, wobei sich Licht entwickelt und er in Stickstoff und Chlor zerfällt; welche ihren Eigenschaften nach, wie oben angenommen, bei der gewöhnlichen Temperatur an der Luft nicht die geringste Bewegung oder die selbst Erscheinung zeigen. Viele Salze, namentlich den Chlorstickstoff, scheinlich durch ihre Berührung zerfallen. Der Phosphor, besonders, zerfällt in diese Eigenschaften sehr, indem er sich mit dem Chlor, bei der gewöhnlichen Temperatur unter Licht und Wärme, entzündung verbinden können. Der Schwefel wird anfänglich in Chlorstickstoff aufgelöst, dann zerfällt er ihn, indem Stickstoff und Chlorschwefel gebildet werden; die Wirkung findet aber ohne Detonation Statt.

541. Das Ammoniak und die ammoniakalischen Salze zerfallen, den Chlorstickstoff, es bildet sich Chlorwasserstoffsäure und Stickgas, welches, indem es frei wird, etwas Chlorstickstoff

in Dampfform mit fort nimmt; dieß Gas detonirt auch oft von selbst; bei Annäherung eines brennenden Körpers aber findet stets Detonation Statt. Um dieser Wirkung von Seite des überschüssigen chlornasserstoffsäuren Ammoniak zuvorkommen, wendet man die Kochsalzanlösung bei der Bereitung des Chlornasserstoffs an.

Kast man Chlor im Ueberschuß in eine Auflösung von irgend einem ammoniakalischen Salz treten, so erzeugt sich immer Stickgas, welches entweicht und stets mit mehr oder weniger Chlornasserstoff geschwängert ist. Man erkennt dieß an dem stechenden Geruch des Gases und an der mehr oder weniger heftigen Detonation, welche eine brennende Kerze hervorbringt.

Jodstickstoff

(Jodura Azote.)

341. **Bereitung.** Das Jod verbindet sich leichter mit dem Stickstoff, als das Chlor; obgleich die unter dem Namen Jodstickstoff bekannte Verbindung sich ebenfalls nur bildet, wenn Jod auf sich gerade entbindendes Stickgas trifft; sind übrigens die Umstände dieselben, so wird aller Stickstoff verbraucht, indem keiner entweicht und die gebildete Jodverbindung wird wieder vom Ammoniak, noch von den ammoniakalischen Salzen zerlegt.

Nichts ist leichter als die Bereitung des Jodstickstoffs. Man thut wenige Gramme Jod in ein Glas, gießt etwas Ammoniak darüber, schüttelt um und rührt und zerreibt das Jod mittelst eines Glasstäbchens, worauf die Operation nach 10 oder 15 Minuten beendigt ist. Es bleibt nur im Glas ein Ueberschuß von Ammoniak, von jodwasserstoffsäurem Ammoniak und ein braunes Pulver, welches Jodstickstoff ist. Man ersieht hieraus, daß das Ammoniak zerlegt wurde und daß sein Wasserstoff mit dem Jod Jodwasserstoffsäure gebildet hat, während sein Stickstoff sich ebenfalls mit diesem Körper verband, um Jodstickstoff zu erzeugen. Letzterer detonirt sehr leicht; aber so lange die umgebende Flüssigkeit Ammoniak oder jodwasserstoffsäures Ammoniak enthält, läuft man deshalb nicht Gefahr; man kann ihn anfassen, reiben und ihn

welche seine Einathmen, endlich das weiße und glasige Produkt, welches das Verdichten seines Dampfes liefert, — sind sammtlich Umstände, welche frühzeitig schon die Aufmerksamkeit der Metallurgen darauf lenken mußten. Das Arsenik war auch wirklich schon den Alten bekannt. Aristoteles bezeichnete es mit dem Namen *Sāndarak*. Später wurde dieser Name durch *Arsenik* oder *Arsenil* ersetzt, womit man die arseniche Säure bezeichnete. Das Schwefelarsenik erhielt den Namen *Antiplogment*; aber die Unkenntniß der alten Schriftsteller über die wahre Natur der Verbindungen dieses Körpers brachte viel Irrthümer in ihre Beschreibungen.

Erst im Jahr 1649 beschrieb Schröder das metallische Arsenik. Von diesem Zeitpunkt an vermehrten und berichtigten sich die Kenntnisse von diesem Körper in dem Maße, als die Chemie in ihrer Entwicklung vorwärts schritt.

Das Arsenik und seine Verbindungen wurden in den Künsten wenig benützt; allein demungeachtet gebraucht man sie zu manchen technischen Zwecken, obwohl immer in kleinen Mengen. Ubrigens ist es nöthig, diesen Körper genau kennen zu lernen, um ihn aus den Erzen scheiden zu können, in welchen er vorkommt und seine Gegenwart durch sichere analytische Methoden darzuthun. Es ist eine tägliche Erfahrung, daß fast unmerkliche Mengen dieses Stoffes hinreichen, um die Eigenschaften vieler Metalle theils auf eine äußerst nachtheilige, theils auf eine sehr beständige Weise zu verändern. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, scheint es uns sehr wichtig, über die hauptsächlichsten Verbindungen des Arsens recht in das Einzelne einzugehen.

Die Gewinnung des Arsens und die Bereitung verschiedener Zusammensetzungen, welche in diesem Kapitel enthalten sind, bilden eine Kunst, oder vielmehr eine Reihe von Operationen, welche gewöhnlich in einer und derselben Werkstätte ausgeführt werden. Wir verweisen, was die Bereitung dieser Produkte im Großen betrifft, auf das Ende des Kapitels und werden hier bei jedem besonders nur die im Laboratorium vorkommenden Methoden geben, welche bloß zu Prüfungsversuchen anwendbar sind.

selbst widerstehen, durch diese Gemenge aufgelöst werden, welches auf diese Weise ein sehr geschätztes Reagens ist; übrigen finden dieselben Grundsätze in dem Mischungsverhältnisse Statt.

Chlorstickstoff.

(Chlorure d'azote.)

337. Bei der Beschreibung der Wirkungen, die in Folge der Berührung des Chlors und Ammoniak sich zeigen, haben wir die Untersuchung, des Processes, der bei der Bildung des Chlorstickstoffs Statt findet, auf diesen Artikel verwiesen. Diese so äußerst leicht detonirende Verbindung wurde 1812 von Dulong entdeckt; sie entsteht wahrscheinlich immer, wenn das Chlor mit Stickstoff im Augenblick seiner Gaswerdung zusammen kommt; aber die Verbindung wird schon wieder während der Bildung zerstört, wenn man nicht einige Vorkehrungen trifft. - Bevor wir über diesen Punkt weiter ausführen, wollen wir bemerken, daß dieser Körper äußerst gefährliche Zufälle verursacht hat; es könnten sich dieselben leicht wiederholen, wenn man nicht von seiner Existenz und den Verhältnissen, unter denen er gebildet wird, unterrichtet wäre.

338. Bereitung. Man nimmt einen sehr dünnen gläsernen Trichter, dessen Ende man an der Lampe auszieht, und taucht ihn in kleines Gefäß mit Quecksilber; man gießt in den Trichter eine wässerige Auflösung von chlorkwasserstoffsaurem Ammoniak, welche ein Zwanzigstel dieses Salzes enthält; zuletzt gießt man, mittelst einer kleinen Röhre, welche man in die Flüssigkeit bringt, bis sie fast auf das Quecksilber stößt, allmählig eine concentrirte Kochsalzauflösung hinzu. Diese hebt die Ammoniakauflösung, weil sie schwerer ist, in die Höhe und nimmt ihre Stelle in der Trichterhöhle ein; man hört auf davon einzugießen, sobald sie eine zwei oder drei Zoll hohe Schicht bildet. Wenn diese Vorrichtungen getroffen sind, so leitet man einen Strom von Chlor in die Ammoniakauflösung, und zwar so, daß man die Röhre, durch welche der Strom geht, immer in einiger Entfernung von der

in Dampfform mit fort nimmt; dieß Gas detonirt auch oft von selbst; bei Annäherung eines brennenden Körpers aber andert stets Detonation Statt. Um dieser Wirkung von Seite des überschüssigen chlornasserstoffsauren Ammoniak zuvorkommen, wendet man die Kochsalzauflösung bei der Bereitung des Chlornasserstoffes an.

Laßt man Chlor im Ueberschuß in eine Auflösung von irgend einem ammoniakalischen Salz treten, so erzeugt sich immer Stickgas, welches entweicht und stets mit mehr oder weniger Chlornasserstoff geschwängert ist. Man erkennt dieß an dem stechenden Geruch des Gases und an der mehr oder weniger bestigen Detonation, welche eine brennende Kerze hervorbringt.

Godstickstoff.

(Jodure d'azote.)

341. **Bereitung.** Das Jod verbindet sich leichter mit dem Stickstoff, als das Chlor; obgleich die unter dem Namen Jodstickstoff bekannte Verbindung sich ebenfalls nur bildet, wenn Jod auf sich gerade entbindendes Stickgas trifft; sind übrigens die Umstände dieselben, so wird aller Stickstoff verbraucht, insofern keiner entweicht und die gebildete Jodverbindung wird weder vom Ammoniak, noch von den ammoniakalischen Salzen zerlegt.

Nichts ist leichter als die Bereitung des Jodstickstoffes. Man thut wenige Gramm Jod in ein Glas, gießt etwas Ammoniak darüber, schüttelt um und rührt und gerührt das Jod mittelst eines Glasstäbchens, worauf die Operation nach 10 oder 15 Minuten beendigt ist. Es bleibt nur im Glas ein Ueberschuß von Ammoniak, von jodwasserstoffsaurem Ammoniak und ein braunes Pulver, welches Jodstickstoff ist. Man ersieht hieraus, daß das Ammoniak zerlegt wurde und daß sein Wasserstoff mit dem Jod Jodwasserstoffsäure gebildet hat, während sein Stickstoff sich ebenfalls mit diesem Körper verband, um Jodstickstoff zu erzeugen. Letzterer detonirt sehr leicht; aber so lange die umgebende Flüssigkeit Ammoniak oder jodwasserstoffsaures Ammoniak enthält, laßt man deshalb nicht Gefahr; man kann ihn anfassen, reiben und ihn

rothglühen kommt. Die Operation muß sehr langsam geleitet werden, damit das Arsenik Zeit hat, sich entweder im Hals oder im obern Theil der Retorte zu verdichten. Ist dies erkaltet, so schlägt man sie in Stücke, nimmt das Arsenik heraus und verwahrt es in Flaschen mit eingeriebenem Glasstöpsel, welche man mit ausgekochtem Wasser gefüllt hat.

Wasserstoffarsenik.

(Hydruro d'arsenie.)

347. Das Arsenik bildet mit dem Wasserstoff zwei Verbindungen: die eine, der Wasserstoffarsenik, ist fest; die andere gasförmig, dieß ist das Arsenikwasserstoffgas.

Das Wasserstoffarsenik ist matt, schwärzlich braun, pulverförmig, geruch- und geschmacklos; es ist schwerer als Wasser und nicht so flüchtig als das Arsenik. Es wird durch die Wärme nicht zersetzt, wenigstens noch nicht bei anfangender Glühhitze. Bei Rothglühhitze brennt es sowohl in Sauerstoffgas als in der Luft, wobei Wasser und arsenichte Säure gebildet wird.

Man erhält dasselbe, indem man Arsenik mit Wasserstoffgas im Momente des Gaswerdens in Berührung bringt oder indem man Arsenikwasserstoffgas mit Stoffen in Berührung bringt, welche begierig den Wasserstoff anziehen, jedoch nicht in so großer Menge, daß sie sich alles Gases bemächtigen könnten. Bei Betrachtung des Arsenikwasserstoffgases werden wir diese letztere Wirkungsart kennen lernen; hiengenügt es, wenn wir die erste näher berühren.

Das einfachste Mittel besteht darin, daß man das Wasser durch die galvanische Säule zersetzt, indem man sich eine Stücker Arsenik als negativen Pol bedient. Der Wasserstoff welcher sich daran sammelt, verbindet sich, anstatt zu entweichen, mit dem Metall und bildet den Wasserstoffarsenik welcher sich in braunen Flocken absetzt.

Dasselbe erreicht man, wenn man 1 Theil Kalium mit 10 oder 12 Theilen Arsenik verbindet und diese Verbindung dann mit Wasser behandelt. Das Kalium bemächtigt sich des Sauerstoffs vom Wasser und wird Kali, während das Arsenik mit dem Wasserstoff Wasserstoffarsenik und Arsenik

Wasserstoffgas bildet. Man könnte glauben, daß Arsenik und Kalium in angemessenen Verhältnissen gemischt werden, nur Arsenikwasserstoffgas bilden könnte, allein dann würde wahrscheinlich freies Wasserstoffgas außer dem Arsenikwasserstoffgas noch entstehen und es würde sich immer zugleich noch Wasserstoffarsenik bilden. Man darf wohl sagen, daß sich diese drei Bestandtheile bilden, indem man freies Wasserstoffgas Gasströmen antrifft, welche von stark arsenikhaltigen Gasen geliefert werden.

Arsenikwa

(Hydrogen

348. Eigenschaften: ist gasförmig, farblos, hat einen sehr charakteristischen Geruch; seine Dichtigkeit ist gleich der flüssigen, selbst schon unter dem geringen Luftdruck. Die Hitze zerlegt ihn in Wasserstoffgas und Arsenik, welche sich absetzen. Dieses Gas entzündet sich bei der Berührung mit einer großen weißen Flamme, in welcher Arsenichte Säure und Wasserstoffarsenik. Die beiden ersten Produkte werden verflüchtigt; das dritte setzt sich ab und bildet an den Wänden der Probirgläser eine braune, mehr oder weniger dicke Kruste.

Mit Sauerstoffgas oder Luft gemengt, bewirkt das Arsenikwasserstoffgas eine lebhaftere Detonation, man mag nun das Gemenge mittelst eines elektrischen Funkens oder durch eine brennende Kerze entzünden. Ist das Sauerstoffgas in Ueberschuß vorhanden, so konsumirt jedes Volum Arsenikwasserstoffgas anderthalb Vol. Sauerstoffgas, indem sich Wasser und arsenichte Säure erzeugt. Wenn dagegen überschüssiges Arsenikwasserstoffgas zugegen ist, so würde sich Wasser und Wasserstoffarsenik bilden. Im ersten Fall bedecken sich die Gefäße mit einem weißen Bodensatz; im zweiten ist dieser Satz braun.

Das Chlor zerlegt Arsenikwasserstoffgas augenblicklich. Es bildet sich Chlorarsenik und Chlornasserstoffsäure,

wenn das Chlor im Ueberschuß vorhanden ist; oder auch Wasserstoffarsenit und Chlornasserstoffsäure, wenn das Arsenitwasserstoffgas im Ueberschuß vorhanden ist. Der erstere Fall tritt ein, wenn man das Arsenitwasserstoffgas Blase für Blase in ein mit Chlor angefülltes Zylinderglas treten läßt; der zweite, wenn man auf dieselbe Weise Chlor in ein Glas mit Arsenitwasserstoffgas bringt. Immer findet hierbei Wärme und Lichtentwicklung Statt. Letzterer Versuch ist ohne Gefahr und gelingt immer; nicht dasselbe gilt von dem ersten. Oft geschieht es, daß man zwei oder drei Blasen von Arsenitwasserstoffgas in das Probirglas mit Chlor treten läßt, ohne daß sie sich entzünden; in diesem Falle entzündet sich die folgende Blase, es entsteht eine Detonation des Gemenges und das Probirglas springt in Stücke. Hat die erste Blase nicht Feuer gefangen, so muß man auf das Experiment Verzicht leisten. Es gelingt jedoch, fast immer, wenn das Chlor recht rein ist und seine Temperatur ohngefähr 50° hat.

Es ist wahrscheinlich, daß Brom und Jod ähnlich wirken. Der Schwefel zersetzt ebenfalls das Arsenitwasserstoffgas bei einer Temperatur von 140 oder 150° C. Es bildet sich Schwefelarsenit und Schwefelwasserstoffgas. Ähnlich muß der Phosphor wirken.

Das reine Wasser löst etwas Arsenitwasserstoffgas auf, verändert es aber nicht. Das mit Luft geschwängerte Wasser dagegen zersetzt es rasch und veranlaßt einen Absatz von Wasserstoffarsenit. Zu dem Ende darf man nur eine mit Arsenitwasserstoffgas gefüllte Flasche über Wasser ein oder zwei Monate stehen lassen und diese wird sich dann inwendig mit einem reichlichen Niederschlag von Wasserstoffarsenit überziehen. Dieser Niederschlag legt sich so fest ans Glas an, daß er ganz die Form desselben annimmt und so glänzend wird, daß er, gleich einem polirten Metall, die Lichtstrahlen zurückwirft.

Das Arsenitwasserstoffgas ist sehr giftig. Ein deutscher Chemiker von seltenem Verdienste, G e h l e n, starb nach neuntägigen fürchterlichen Leiden, nachdem er unvorsichtiger Weise eine wahrscheinlich sehr unbedeutende Quantität dieses Gases

geathmet hatte. Er machte ein Experiment, bei welchem sich Arsenikwasserstoffgas bilden mußte; das Gas entwich nicht; er glaubte also, daß der Apparat es durchließ und doch an die Stöpsel, um die Ausgänge an dem eigenthümlichen Geruch des Arsenikwasserstoffgases zu erkennen. Er mußte nur sehr wenig davon geathmet haben, nichts desto weniger aber wurde er nach Verlauf einer Stunde von heftigem Erbrechen, das mit Frost und großer Schwäche begleitet war, befallen. Die sorgfältigsten Bemühungen konnten gegen dieses fürchterliche Gift nichts ausrichten, obwohl er gewiß nur einige Hunderttheile davon geathmet hatte.

349. **Zusammensetzung.** Die Zusammensetzung des Arsenikwasserstoffgases wird durch die Analyse bestimmt. Durch schnelles Erhitzen dieses Gases, welches dann in Wasser absorbiert wird, das damit gemengt war, wird die Menge des Arsenikwasserstoffgases bestimmt, die in diesem Gase enthalten ist. Die Quantität der Einwirkung von Wasser bis zur anfängenden Glühhize aus. Man findet so, daß jedes Volum Arsenikwasserstoffgas anderthalb Volum Wasserstoffgas giebt. Zieht man anderthalbmal die Dichtigkeit des Wasserstoffgases von der des Arsenikwasserstoffgases ab, so erhält man $2,695 - 0,1032 = 2,5918$ als Gewicht des Arsens. Nimmt man an, daß diese Zahl die Hälfte der Dichtigkeit des Arsenikdampfes darstellt, so hat man für die Zusammensetzung des Gases 1 Vol. Arsenik und 3 Vol. Wasserstoffgas zu zwei Vol. vermischt, oder:

| | | | |
|-----------------------------|----------|------|--------|
| 1 At. Arsenik | = 470,38 | oder | 96,15 |
| 3 At. Wasserstoff | = 18,73 | | 3,85 |
| 2 At. Arsenikwasserstoffgas | = 489,11 | | 100,00 |

350. **Bereitung.** Man erhält es, wenn man die Legirung von Arsenik und Zinn in der Wärme mit reiner und concentrirter Chlornwasserstoffsäure behandelt. Diese Legirung wird bereitet, indem man ein Gemenge von 3 Theilen geförntem Zinn und einem Theil Arsenik in Pulver in einem bedeckten Tiegel zusammenschmilzt. Diese Legirung

krySTALLISIRT bei der Abkühlung in breiten Blättern. Man pul-
verisirt die Masse, bringt sie in eine kleine tubulirte Retorte,
an welcher eine Röhre befestigt ist, welche in die Queck-
silbermanne geht. Man gießt die Säure durch die Tubulir-
rung ein, schließt dann mittelst eines guten Stöpsels und so-
dald das in der Kalte sich schon entwickelnde Gas aufhört
sich zu erzeugen, erhitzt man die Retorte vorsichtig. Es bleibt
Chlorzinn im Minimum zurück in der Retorte, und es ent-
wickelt sich ein Gemenge aus Arsenikwasserstoffgas und Was-
serstoffgas, wovon das letztere Gas zu 60 und selbst 80 Pro-
zent enthalten ist. Das so bereitete Gas ist daher bei Wei-
tem nicht rein. Wenn man ein größeres Verhältniß Arsenik
in der Legirung anwendet, so findet keine oder wenigstens
eine sehr unvollkommene Reaction Statt.

Arseniksuboxyd.

(Synonyme. Lat. *Arsenicum suboxydatum*.
Franz. *Oxide d'arsenic*.)

351. Das Arseniksuboxyd ist kaum bekannt. Es ist ein
schwarzes Pulver, das sich im Wasser nicht auflöst und wel-
ches sich bildet, wenn man das Arsenik in Pulverform den
Einflüssen der feuchten Luft bloß stellt. Wahrscheinlich ist
es keine einfache Verbindung. Berzelius ist übrigens der
einzige Chemiker, welcher sich mit dessen Untersuchung be-
schäftigt hat. Nach ihm können 100 Theile Arsenik nur 8
Theile Sauerstoff aus der Luft absorbiren, wenn man das
Metall auch in noch so feines Pulver verwandelt und das
Experiment selbst ein oder zwei Jahre lang fortsetzt. Die
Masse, welche man auf diese Weise erhält, erscheint homo-
gen; in verschlossenen Gefäßen erhitzt, verwandelt sie sich in
metallisches Arsenik und arsenichte Säure; wird sie aber un-
ter Zutritt der Luft oder im Sauerstoffgas erwärmt, so ver-
brennt sie und bildet arsenichte Säure, welche sublimirt wird.
Obwohl dieser Stoff im Wasser nicht löslich zu sein scheint,
so muß man ihn doch für giftig halten. Er verbindet sich
nicht mit Säuren. Nimmt man an, daß er wirklich ein be-
sonderer Körper ist, so muß er bestehen aus:

| | | | | |
|------------------|---|----------------|------|---------------|
| 8 At. Arsenik | = | 8763,04 | oder | 92,62 |
| 3 At. Sauerstoff | = | 800,00 | . | 7,38 |
| | | <u>4063,04</u> | . | <u>100,00</u> |

Arsenichte-Säure.

(Synonyme. Weißer Arsenik des Handels, Rättenpulver, Hüttenrauch. Lat. Acidum arsenicosum. Franz. Acide arsénieux.)

352. Dieser außerordentlich giftige Stoff war den Alten schon bekannt; sie hieß u ihn senik, wie man ihn auch jetzt noch im gemeinen Volk ir. Sehr häufig heißt man ihn auch Rättengift, wegen er häufigen Anwendung als Gift gegen diese Thiere. ung glaubten die Chemiker, daß dieser Körper keine hinr sauern Eigenschaften besitze, weshalb in neuerer Zeit ver ie weißes Arsenik- oxyd auskam. Seinen m- erkannten Eigenschaften gemäß wird er nun wirklich - Säuren gezählt. Sowohl seiner Zusammensetzung al mer chäften nach muß er neben die phosphorichte u um. etrichte Säure gestellt werden.

353. Eigenschaften. Die arsenichte Säure ist flüchtig; frisch sublimirt erscheint sie in durchsichtigen Tetracubern, oder als durchsichtige glasige Masse. Ihre Dichtigkeit ist nach Guibourt im glasigen Zustand 3,738. Verdichtet sie sich aber während der Sublimation zu rasch, so wird sie in der Gestalt eines weißen Pulvers niedergeschlagen. Der Luft ausgesetzt, verliert die glasige arsenichte Säure ihre Durchsichtigkeit, bekommt eine milchweiße Farbe und verliert viel von ihrer Härte; auch die im Handel vorkommende ist fast immer undurchsichtig und weiß an ihrer Oberfläche, während sich im Innern der Stöcke gewöhnlich ein halbdurchsichtiger, glasiger Kern findet, dessen Dichtigkeit 3,698 beträgt. Man weiß bis jetzt noch nicht, wie diese Veränderung vor sich geht, welche viel Einfluß auf die Eigenschaften dieses Körpers hat. Die undurchsichtige arsenichte Säure wird weit leichter in Pulver verwandelt und löst sich auch besser im Wasser auf als die andere.

Wirft man arsenichte Säure auf eine glühende Kohle, oder einen andern glühenden Körper, so verflüchtigt sie sich sogleich und ihr Dampf verdichtet sich in der Luft und bildet daselbst einen weißen Rauch, dessen Knoblauchgeruch so stark ist, daß man hierdurch sehr unbedeutende Quantitäten arsenichte Säure erkennen kann. *) Durch die Hitze wird sie nicht zerlegt; der Sauerstoff und die Luft sind alle beide ohne Wirkung darauf.

354. Die arsenichte Säure ist im Wasser löslich, und zwar mehr im warmen als im kalten; sie trennt sich von ihren gesättigten Auflösungen in der Wärme, in krystallinischer Form, als kleine zuweilen durchsichtige Tetraeder, die jedoch meist milchweiß sind. Nach Guldouert findet ein sehr merklicher Unterschied in der absoluten Löslichkeit zwischen der glasigen arsenichten Säure und der durch den Einfluß der Luft undurchsichtig gewordenen Statt. Letztere ist mehr löslich als die andere, wie man aus folgender Tabelle sieht.

| 100 Theile Wasser enthalten. | Undurchsichtige Säure. | Durchsichtige Säure. |
|---|------------------------|----------------------|
| Auflösung gesättigt bei 15° C . . | 1,25 . . | 0,06 |
| Auflösung gesättigt bei 100° C . . | 11,47 . . | 9,68 |
| Auflösung gesättigt bei 100° C
und hierauf zwei Tage lang
auf 15° abgekühlt | 2,90 . . | 1,78 |

Diese für gerichtlich medizinische Untersuchungen sehr nützlichen Thatfachen sind sehr schwierig zu erklären. Guldouert ist geneigt zu glauben, daß das Ammoniak bei der Löslichkeit der undurchsichtigen arsenichten Säure nicht ohne Einfluß ist, ob man gleich die Gegenwart desselben darin noch nicht hat nachweisen können.

355. Zusammensetzung. Thénard bestimmte sie direkt, indem er ein bekanntes Gewicht metallisches Arsenik

*) Nach Berzelius besitzt die dampfförmige arsenichte Säure durchaus keinen bestimmten charakterisirenden Geruch, sondern nur wenn sie mit brennbaren Stoffen in der Hitze zusammenkömmt, giebt sich der eigenthümliche Knoblauchgeruch zu erkennen, welcher bloß dem in diesem Falle reduziert werdenden und sich verflüchtigenden metallischen Arsenik angehört. N. u. G.

in Sauerstoffgas verbrannte und die Menge des Gases, welche bei dieser Verbrennung absorbiert wurde, maß. Die arsenichte Säure wird gebildet aus:

| | | | | |
|------------------------|---|---------|------|--------|
| 2 At. Arsenik | = | 940,77 | oder | 75,82 |
| 3 At. Sauerstoff. | = | 300,00 | | 24,18 |
| 1 At. Arsenichte Säure | = | 1240,77 | | 100,00 |

356. Benützung. Die arsenichte Säure dient zur Bereitung aller der Produkte, denen das Arsenik zur Basis dient. In den Künsten wendet man sie an, um verschiedene grüne Farben zu bereiten, als das Scheelesche Grün, Schweinfurth's Grün, Mineral-Grün. Ersteres ist arsenichtsaures Kupfer, die übrigen sind Verbindungen von arsenichtsaurem und effigsaurem Kupfer. Diese schönen Farben werden vorzüglich bei der Fabrikation der Tapetenpapiere angewendet. Auch zum Glas setzt man oft arsenichte Säure, aber in sehr geringer Quantität.

Die fürchterliche Wirkung der arsenichten Säure auf das thierische Leben ist bekannt genug. Sie schmeckt scharf und edelerregend; sie erzeugt auf dem thierischen Gewebe rothe brandige Flecken und bewirkt bald, wenn sie längere Zeit damit in Berührung ist, Geschwüre und selbst eine völlige Zerstörung der berührten Stelle. In der Medizin wird diese Eigenschaft benützt und die arsenichte Säure macht einen Bestandtheil verschiedener äußerlicher Heilmittel aus, die bestimmt sind, das Fleisch anzugreifen oder zu zerstören. Hieher gehört z. B. das Äspulver von frère Côme.

Zum Vergiften der Mäuse macht man gewöhnlich einen Leich aus Mehl und Schweinfett mit Mandeln und arsenichter Säure. Nimmt man zu viel arsenichte Säure, so rühren es die Mäuse nicht an, indem sie ohne Zweifel durch den unangenehmen Geruch abgeschreckt werden.

In einer andern Form wendet man die arsenichte Säure auch an, um die präparirten Felle, ausgestopfte Vögel, überhaupt alle thierische, in Naturalienkabinetten aufbewahrte Gegenstände vor Insekten zu sichern. Dieses Arsenikpräparat kennt man unter dem Namen der Bécœur'schen Seife, der es erfunden hat. Es besteht aus:

| | |
|-------------------|------------|
| Weißer Seife | 100 Theile |
| Arsenichter Säure | 100 |
| Kohlensaurem Kali | 36 |
| Kampher | 15 |
| Ungelöschtem Kalk | 12 |

Man schabt die Seife, thut sie in ein Gefäß mit etwas Wasser und läßt sie bei gelindem Feuer schmelzen. Hierauf wird das kohlensaure Kali und der ungelöschte Kalk in Pulver zugesetzt. Man mengt es gut, fügt nach und nach die gleichfalls gepulverte arsenichte Säure hinzu und läßt das Ganze erkalten. Man thut dann den Kampher in einen Mörser, gießt einige Tropfen Weingeist hinzu und zerreibt ihn, sonst würde sich derselbe nicht pulvern lassen. Dieß Pulver mengt man kalt mit der präparirten Seife, um den Kampherverlust, welcher durch die Hitze bewirkt werden könnte, zu vermeiden.

Man hebt die Seife nun so zubereitet zum Gebrauche auf. Wenn man sie mit etwas Wasser angerührt hat, um einen Brei zu bilden, so läßt sie sich mit dem Pinsel auftragen. Dieses Präparat haucht beständig den Geruch von Arsenikwasserstoffgas aus. Es hat den doppelten Vortheil, daß es bis zu den Insekten bringt, welche einen Ort aufsuchen, um ihre Eier abzusetzen und daß es diejenigen tödtet, welche der Zufall auf Körper führte, die man vor ihnen schützen will.

357. Bereitung. Die arsenichte Säure findet man in mehreren Bergwerken, immer jedoch nur sparsam und in kleiner Quantität. Man verschafft sich dieselbe entweder absichtlich oder erhält sie nur zufällig als Nebenprodukt, indem man verschiedene Erze, welche Arsenikverbindungen enthalten, und vorzüglich den Arsenikkies, ein Gemenge aus Schwefel- und Arsenikeisen, das man auf Arsenik bearbeitet, unter Luftzutritt erhitzt; hiezu dienen auch Kobalterze, Gemenge von Schwefel- und Arsenikkobalt, die man zur Gewinnung des Kobalts benützt und verschiedene Zinnerze, welche Arsenikkies enthalten.

Während des Röstens dieser verschiedenen Erze, gehen die mit Arsenik verbundenen Metalle in den Oxydationszustand über; das Arsenik selbst wird in arsenichte Säure verwandelt, und da die, sich möglicher Weise bildenden arsenichte

in Sauerstoffgas verbrannte und die Menge des Gases, welche bei dieser Verbrennung absorbiert wurde, maß. Die arsenichte Säure wird gebildet aus:

| | | | | |
|------------------------|---|---------|------|--------|
| 2 At. Arsenik | = | 940,77 | oder | 75,82 |
| 3 At. Sauerstoff | = | 500,00 | | 21,18 |
| 1 At. Arsenichte Säure | = | 1240,77 | | 100,00 |

356. Benützung. Die arsenichte Säure dient zur Bereitung aller der Produkte, denen das Arsenik zur Basis dient. In den Künsten wendet man sie an, um verschiedene grüne Farben zu bereiten, als das Scheele'sche Grün, Schweinfurth's Grün, Mineral-Grün. Ersteres ist arsenichtsaurer Kupfer, die übrigen sind Verbindungen von arsenichtsaurer und essigsaurer Kupfer. Diese schönen Farben werden vorzüglich bei der Fabrikation der Tapetenpapiere angewendet. Auch zum Glas setzt man oft arsenichte Säure, aber in sehr geringer Quantität.

Die furchterliche Wirkung der arsenichten Säure auf das thierische Leben ist bekannt genug. Sie schmeckt scharf und eckelerregend; sie erzeugt auf dem thierischen Gewebe rothe brandige Flecken und bewirkt bald, wenn sie längere Zeit damit in Berührung ist, Geschwüre und selbst eine völlige Zerstörung der berührten Stelle. In der Medizin wird diese Eigenschaft benutzt und die arsenichte Säure macht einen Bestandtheil verschiedener äußerlicher Heilmittel aus, die bestimmt sind, das Fleisch anzugreifen oder zu zerstören. Hieher gehört z. B. das Aepulver von frère Côme.

Zum Vergiften der Mäuse macht man gewöhnlich einen Leich aus Mehl und Schweinfett mit Mandeln und arsenichter Säure. Nimmt man zu viel arsenichte Säure, so ruhren es die Mäuse nicht an, indem sie ohne Zweifel durch den unangenehmen Geruch abgeschreckt werden.

In einer andern Form wendet man die arsenichte Säure auch an, um die präparirten Felle, ausgestorben Vögel, überhaupt alle thierische, in Naturalienkabinetten aufbewahrte Gegenstände vor Insekten zu sichern. Dieses Arsenikpräparat kennt man unter dem Namen der Bécœur'schen Seife, der es erfunden hat. Es besteht aus:

Säure während der ersten Momente der Operation beständige Stöße im Apparat verursacht.

Ist die Destillation so weit geblieben, daß die Flüssigkeit, welche in der Retorte geblieben ist, eine Syrupkonsistenz annimmt, so gießt man sie in eine Porzellanschüssel aus und beendigt die Abdampfung unter gelindem Feuer. Bald tritt ein Punkt ein, wo die Arsenikssäure sich plötzlich in eine undurchsichtige Masse von rein weißer Farbe verwandelt. Will man sie trocken aufbewahren, so muß man sie noch heiß in Flaschen mit eingeriebenen Stöpfeln verschließen.

360. *Zusammensetzung.* Die Arsenikssäure wird gebildet aus:

| | | | | |
|---------------------|---|---------|------|--------|
| 2 At. Arsenik | = | 940,77 | oder | 65,30 |
| 5 At. Sauerstoff | = | 500,00 | | 34,70 |
| 1 At. Arsenikssäure | = | 1440,77 | | 100,00 |

Sie entspricht, wie man hieraus sieht, der Phosphorsäure und der Salpetersäure.

Fluorarsenik.

(Fluorure d'arsenic.)

361. *Zusammensetzung.* Das Fluorarsenik wird gebildet aus:

| | | | | |
|--------------------|---|--------|------|--------|
| 1 At. Arsenik | = | 470,38 | oder | 57,29 |
| 3 At. Fluor | = | 350,70 | | 42,71 |
| 2 At. Fluorarsenik | = | 821,08 | | 100,00 |

362. *Eigenschaften.* Das Fluorarsenik ist tropfbar flüchtig, flüchtig, farblos, schwerer als Wasser, sehr giftig; denn es setzt die Thiere gleichzeitig den Wirkungen der concentrirten Fluorwasserstoffsäure und denen der fein zertheilten arsenichten Säure aus. Der kleinste Tropfen erregt einen tiefen Brand und erzeugt mit zähem Eiter gefüllte Blasen auf der Haut. Diese Brandwunden sind langwierig und schwer heilbar.

Wasser zersetzt das Fluorarsenik; es verwandelt dasselbe in arsenichte Säure und Fluorwasserstoffsäure; an der Luft verbreitet dieser Körper weiße Dämpfe, die von seiner Wirkung auf das hygrometrische Wasser derselben herrühren. Aus

sauren Salze durch die Hitze zersezt werden, so verflüchtigt sich die Säure. Diese Methode ist die einfachste, welche man kennt, um das Arsenik aus den es enthaltenden Erzen auszuscheiden; hieraus sieht man, daß aller aus der Erde gewonnene Arsenik zuerst in arsenichte Säure verwandelt wird, welche nachher zu allen übrigen arsenikhaltigen Kunstprodukten dient, wie wir dies später zeigen werden (376).

Arsenikssäure.

(Synonyme. Lat. *Acidum arsenicicum*. Franz. *Acide arsenique*.)

358. Eigenschaften. Die aus dieser Säure gebildeten Salze waren schon lange bekannt, als es Scheele gelang, sich reine Arsenikssäure zu verschaffen. Diese Säure ist fest, weiß, schwerer als Wasser, krystallisirt nicht, ist noch viel giftiger als die arsenichte Säure und wird durch die Glühitze in Sauerstoff und arsenichte Säure zersezt. Im Wasser ist sie nicht löslich; ihr Geschmack ist sehr sauer, ja selbst ägend. Ihre Verwandtschaft zum Wasser ist so stark, daß sie zerfließlich ist an der Luft; übrigens bildet sie aber kein unzersegbares Hydrat, wie viele andere Säuren und verliert alles Wasser schon in einer Temperatur, welche die Glühitze nicht erreicht.

359. Bereitung. Diese ist einfach und leicht: man bringt in eine Glasretorte einen Theil gepulverte arsenichte Säure, zwei Theile Chlornwasserstoffsäure und vier Theile Salpetersäure, wie sie im Handel vorkommt. Man destillirt bei gelinder Wärme, indem man in einer Vorlage die Dämpfe der nicht verwendeten Säure verdichtet und die erzeugten Gase durch ein Abzugerohr in den Schornstein leitet. Die Salpetersäure tritt eine Portion ihres Sauerstoffgehalts der arsenichten Säure ab und verwandelt sich in Stickstoffoxyd, das entweicht. Die Chlornwasserstoffsäure macht die arsenichte Säure mehr löslich und ihre Anwendung hat nur diesen Zweck, denn man kann die arsenichte Säure mittelst der Salpetersäure allein in Arsenikssäure verwandeln; dann geschieht aber die Auflösung so langsam, daß die abgesezte arsenichte

Es bildet sich also schwefelsaurer Kalk und Fluorarsenit. Die angeführte beträchtliche Menge von Schwefelsäure hat zum Zweck, die Fluorverbindung vor der Zersetzung zu bewahren, welche sie durch das Wasser erleiden würde, das die Schwefelsäure enthielt, welche sich nunmehr mit dem Kalk verband. Dieses Wasser wird von der überschüssigen Säure absorbiert.

Chlorarsenit.

(Synonyme. Arsenitbutter. Franz. Chlorure d'arsenique.)

364. Eigenschaften. Es ist flüchtig, wie das Fluorarsenit und ebenfalls schwerer als Wasser, farblos und sehr giftig; es raucht an der Luft und wird bei der Berührung mit dem Wasser in arsenichte Säure und Chlornasserstoffsäure verwandelt; es siedet bei 152° C. Die Dichtigkeit seines Dampfes ist gleich 6,300. Es kann sehr gut in wohlverschlossenen Glasflaschen aufbewahrt werden, worin es sich vom Fluorarsenit unterscheidet.

365. Bereitung. Hierzu giebt es drei verschiedene Verfahrensarten, welche gleich bequem und sicher in ihrer Anwendung sind. Die erste besteht darin, daß man trocknes Chlor in eine gekrümmte Röhre treten läßt, welche gepulvertes, metallisches Arsenit enthält und deren Ende in ein mit Eis umgebenes Zylinderglas geht. Man erhitzt hierauf das Arsenit gelinde mittelst einer Weingeistlampe. Das Chlorarsenit fließt nun Tropfen für Tropfen ab und so erhält man es in bedeutender Menge. Um es ganz rein darzustellen, muß man es über gepulverten Arsenit destilliren. Dieß Metall würde Chlorarsenit im Maximum, wenn sich solches bildet, zerstören.

Die Wirkung des Chlors auf das Arsenit ist so lebhaft, daß dieses Metall Feuer fängt, wenn man es in Chlorgas wirft. Hier muß man erhitzen, nicht sowohl um die Reaction zu erleichtern, als um das gebildete Chlorarsenit zu verflüchtigen.

Müßte man befürchten, daß das angewendete Arsenit durch einige fremde Metalle verunreinigt wäre, so ist es zweck-

demselben Grund greift dieser Körper, der für sich das Glas nicht verändert, dasselbe selbst in verschlossenen Gefäßen an. Die geringste Spur von Feuchtigkeit reicht hin, um die Erzeugung von etwas Fluorwasserstoffsäure zu bewirken, welche auf die Kieselerde des Glases wirkt und Wasser und Fluorkiesel bildet. Da dieser letztere Stoff gasförmig ist, so kann er leicht ungleiche Zufälle erregen. Ist nämlich das Fluorarsenik in verschlossenen Gefäßen enthalten, so zerstrengt es dieselben mit Explosion nach Verlauf von einiger Zeit und es wurde nicht ohne Gefahr seyn, sie zu öffnen, wenn sich etwas Fluorkiesel gebildet hat. Auf der andern Seite darf man das Fluorarsenik nicht in offenen oder schlecht verkorkten Gefäßen aufbewahren, denn sonst wirkt das in der Luft enthaltene Wasser darauf. Man darf daher diesen Körper überhaupt niemals aufbewahren; man muß ihn immer frisch bereiten, so bald man sich dessen bedienen will.

563. *Bereitung.* Sie ist sehr einfach. Man nimmt vier Theile arsenichte Säure und fünf Fluorcalcium, beides wohl pulverisirt. Beide werden sorgfältig gemengt, in eine Retorte gebracht und dem Gemenge das Acht oder Zehnfache seines Gewichts an sehr concentrirter Schwefelsäure zugefügt. Man rührt es gut zusammen und erhitzt allmählig. Das Fluorarsenik entwickelt sich mit gasförmigem Fluorkiesel gemengt. Ersteres condensirt sich völlig, wenn man in die Retorte eine U formige Röhre einpaßt, deren Krümmung von einem erkaltenden Gemenge aus Eis und Kochsalz umgeben ist. Das Fluorkiesel dagegen geht durch die Röhre, ohne sich zu verdichten und verliert sich im Flamm. Folgendes ist der genaue Ausdruck dieser Reaction:

Angewendete Atome.

| | | |
|------------------------|---|---------|
| 1 At. Arsenichte Säure | = | 1240,77 |
| 5 At. Fluorcalcium | = | 1469,49 |
| 3 At. Schwefelsäure | = | 1503,48 |
| | | <hr/> |
| | | 4213,74 |

Erhaltene Atome.

| | | |
|-----------------------|---|---------|
| 4 At. Fluorarsenik | = | 1642,16 |
| 3 At. Schwefels. Kalk | = | 2571,58 |
| | | <hr/> |
| | | 4213,74 |

Bromarsenik.

(Bromure d'arsenique.)

367. Das Brom verbindet sich direct mit dem Arsenik. Das mit Wasser behandelte Bromarsenik verwandelt sich in Bromwasserstoffsäure und eine perlmutterartige Substanz, welche Bromarsenik und arsenichte Säure enthält. Es wird gebildet aus:

| | | | | |
|-------------------|---|---------|------|--------|
| 1 Lt. Arsenik | = | 470,38 | oder | 25,16 |
| 3 Lt. Brom | = | 1599,20 | | 71,84 |
| 2 Lt. Bromarsenik | = | 1809,58 | | 100,00 |

Jodarsenik.

(Jodure d'arsenique.)

368. Man erhält das Jodarsenik leicht, wenn man einen Theil Arsenik in Pulver und drei oder vier Theile Jod mit einander mengt. Man bringt das Gemenge in eine Retorte und erhitzt schwach; beide Körper verbinden sich und das gebildete Jodarsenik schmilzt. Man läßt die Retorte erkalten, zerbricht sie, bringt dann die Masse in eine andere kleine Retorte und destillirt sie. Das Jodarsenik verflüchtigt sich und das überschüssige Arsenik bleibt in der Retorte zurück. Das so bereitete Jodarsenik entspricht der arsenichten Säure.

Es wird gebildet aus:

| | | | | |
|---------------|---|---------|------|--------|
| 1 Lt. Arsenik | = | 470,38 | oder | 16,67 |
| 3 Lt. Jod | = | 2350,05 | | 83,33 |
| | | 2820,43 | | 100,00 |

Das Jodarsenik ist fest, dunkelpurpurroth, schmelzbar, flüchtig, schwerer als Wasser; von der Flüssigkeit wird es zer- Dabei sollte sich nur arsenichte Säure und Jodwasserstoffsäure bilden oder Jodwasserstoffsäure und eine Verbindung von arsenichter Säure und Jodarsenik. Doch ist dieß nicht so der Fall, wie es scheint. Es bildet sich zwar Jodwasserstoffsäure und arsenichte Säure, allein es erzeugt sich außerdem noch eine perlmutterartige Masse, welche beim Abdampfen und Erkalten dieser Flüssigkeit sich absetzt und welche ein Jodarsenik im Minimum zu seyn scheint. Dieß Pro-

dunkel ist weiß, krystallisirt in glänzenden Nadeln und wird durch die Hitze in Arsenik und Sodarsenik zerlegt. Dieß zufällige Phänomen rührt von der Anwesenheit eines Überschusses an Arsenik in dem auf die oben angegebene Weise bereiteten Sodarsenik her. Vielleicht würde das nicht der Fall seyn in einem Sodarsenik mit überschüssigem Sod, oder in einem Sodarsenik von bestimmten Proportionen. Vergleiche die Beobachtungen von Plisson, Sérullas, und Hottot über diesen Stoff. (Journal de Pharmacie, Januar und März 1828.)

Schw:

(Sulfures

que.)

369. Es giebt wenigstens drei Verbindungen des Schwefels mit Arsenik. Die erste ist die Arseniksäure, die zweite enthält noch wenige unbenannte Oxide, die dritte enthält noch weniger unbenannte Oxide.

Die erste Verbindung des Schwefels mit Arsenik entspricht der Arseniksäure, die zweite und dritte entsprechen einem schwarzen Oxid, und Berzelius beschrieb

sogar eine vierte noch weniger schwefelhaltige Verbindung; ihre Zusammensetzung scheint jedoch zweifelhafter zu seyn, als die der drei vorhergehenden. Die verschiedenen Arten von Schwefelarsenik finden häufig schon interessante Anwendung als Farbstoffe; sie spielen in den Künsten eine bedeutende Rolle, wegen ihrer Wohlfeilheit und der Menge gefärbter Verbindungen, welche sie darstellen können. Die drei ersten oben angegebenen spielen in der That die Rolle einer mächtigen Säure und bilden gefärbte Salze, indem sie sich mit andern Schwefelmetallen oder selbst Metalloxyden verbinden, wie dieß Berzelius zeigte. Houton Labillardiere wandte diese Verbindungen bereits in der Färberei an.

370. Arsenikschwefel oder dritthalb Schwefelarsenik. (Sulfuro arsenico ou Persulfuro Arsenico.) Es ist fest, durch Präcipitation bereitet ziegelgelb gefärbt und unlöslich in Wasser. Erhitzt schmilzt es anfangs, dann verflüchtigt es sich ohne Zersetzung. Wäh-

rend des Schmelzens nimmt es das Ansehen einer flebrigen dunkelbraunen Masse an, welche nach dem Erkalten bläß gelblich roth wird. Es röthet das Lachmus nicht in der Kälte, röthet ihn aber beständig bei einer Temperatur, die dem Siedepunkt des Wassers gleich kommt. Kochender Weingeist zersezt es theilweise, verwandelt es in eine niedrigere Schwefelverbindung und schwängert sich selbst mit Schwefel. Kalt, noch leichter aber in der Wärme, löst es sich in alkalischen und Schwefelkaliaufösungen auf; es treibt die Schwefelwasserstoffsäure aus den schwefelwasserstoffsauren Schwefelverbindungen, eben so wie die Kohlensäure aus den kohlensauren und doppeltkohlensauren Verbindungen. In allen diesen Fällen vermöge mehr oder minder verwickelter Reaktionen bilden sich Verbindungen aus Schwefelarsenik mit dem Schwefelalkali, das entweder schon vorhanden war oder auf Kosten eines Theils von Schwefelarsenik erzeugt wurde, dessen Metall in arsenichte Säure übergieng.

Man erhält es, indem man einen Strom von schwefelwasserstoffsaurem Gas in eine Auflösung von Arseniksäure leitet, oder besser, indem man ein aufgelöstes Arsenikalkali mit gleichfalls aufgelöstem Schwefelkalium oder Schwefelnatrium mengt und einen Uberschuß von Chlornasserstoffsäure in das Gemenge gießt. Das Schwefelarsenik schlägt sich in gelben Flocken sehr langsam im ersten, schneller aber im zweiten Fall nieder. Man bringt es dann auf ein Filtrum und wäscht es aus.

Gemäß des zu seiner Bereitung angewendeten Verfahrens muß es bestehen aus:

| | | | | |
|---------------------------------|---|---------|------|--------|
| 2 At. Arsenik | = | 940,77 | oder | 48,08 |
| 5 At. Schwefel | = | 1005,80 | | 51,92 |
| 1 At. dritthalb Schwefelarsenik | = | 1940,57 | | 100,00 |

371. Arsenichter Schwefel oder anderthalb Schwefelarsenik. Operment. (*Sulfure arsenicux* ou *Sesquisulfure d'arsenic*.) Dieses gleicht dem vorigen fast in jeder Hinsicht, es ist ebenfalls gelb, aber dunkler von Farbe. Es ist schmelzbar, flüchtig und es wirkt auf die Basen und Schwefelkalien, wie das vorhergehende. Seine

Dichtigkeit ist 5,45. Man findet es in der Natur bald in Massen, welche aus halbdurchsichtigen und biegsamen Blättern bestehen, bald in prismatischen Krystallen. Ist sein Gefüge blätterig, so ist die Oberfläche der Blätter schön gelblich glänzend. Die einzelnen Blätter lassen sich leicht von einander trennen. So findet sich das Operment in Persien. Noch öfter trifft man es in kompakten und glanzlosen Massen von unbestimmter Form, wie z. B. das chinesische Operment. Gewöhnlich ist es mit etwas Realgar gemengt, wodurch es ein lebhaftes Aussehen giebt wie es das künstliche Operment nicht besitzt.

Es entspricht der arsenigen Säure und wird gebildet aus:

| | | |
|---------------------------|---------|------------|
| 2 At. Arsenik | = 7 | oder 60,92 |
| 3 At. Schwefel | 603,48 | 39,08 |
| 1 At. anderthalb Schwefel | 1544,25 | 100,00 |

372. Das Operment man Schwefelwasserstoffsaure bringt; 2) wenn man in Sulfid und arsenichtsaurem Sulfid behandelt; 3) wenn man Schwefel und Arsenik in angemessenen Verhältnissen mengt und destillirt; 4) wenn man ein Gemenge aus Schwefel und arsenichter Säure destillirt. In letzterem Fall entwickelt sich schwefelichtsaures Gas, so wie sich auch Schwefelarsenik gemengt mit arsenichter Säure, welche der Reaktion entging, sublimirt.

Die Farbenhändler beziehen das Operment aus Persien oder China; sie bezeichnen es mit dem Namen orpin doré, und ziehen das aus Persien dem andern vor. Auch in Ungarn, Siebenbürgen, Georgien, Katalien und in einem großen Theil des Orients findet es sich, wo man es als Mittel, das die Haare ausgehen macht, anwendet.

Das künstliche Operment, durch Sublimation bereitet, ist nicht schön genug, um es als Farbe gebrauchen zu können. Es enthält auch immer arsenichte Säure in großer Menge, was seinen Gebrauch gefährlich macht. Nur in der Färberei wird es gebraucht, wo man sich seiner bedient, um

den Indigo in der kalten Kälte auflösen *). Nach Guibourt ist seine Dichtigkeit 3,648 bis 3,604.

373. Schwefelarsenik oder Realgar. (Sulfure d'arsenic.) Es wird gebildet aus:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ Mt. Arsenik} & = & 470,38 \text{ oder } 70,04 \\ 1 \text{ Mt. Schwefel} & = & 201,16 \quad 29,96 \\ & & \hline & & 671,54 \quad 100,00 \end{array}$$

Es gleicht den vorhergehenden in Hinsicht seiner Schmelzbarkeit, Flüchtigkeit und der Reaktion der Basen oder Schwefelsalzen, unterscheidet sich aber davon durch die Farbe, welche roth oder orangeroth ist. Seine Dichtigkeit ist gleich 3,523. Man erhält es, indem man das Arsenik mit einer gehörigen Menge Schwefel oder ein Gemenge aus Operment und Schwefel oder auch ein Gemenge aus arsenichter Säure, Kohle und Schwefel in angemessenen Verhältnissen destillirt. Das künstliche Realgar enthält ebenfalls arsenichte Säure, aber weit weniger als das Operment. Seine Dichtigkeit ist nur 3,243 nach Guibourt.

Man findet es gleichfalls im natürlichen Zustand in den Urgebirgen, in denselben Lagern, wie das metallische Arsenik; auch kommt es fast in allen Vulkanen vor. Fast immer ist es von Operment begleitet.

In China macht man Pagoden (Götzenbilder) und Reinigungsgefäße davon, deren man sich bedient, um vegetabilische Säuren hineinzugießen, welche man hierauf sogleich trinkt. Es ist jedoch ein Gift, wie alle übrigen Arsenikpräparate. Gepulvert liefert es eine schöne orangerothe Farbe, welche man in der Malerei anwendet.

374. Unter-Schwefelarsenik. (Sous-Sulfure d'arsenic). Behandelt man das Realgar mit concentrirter Kaliauflösung, so erzeugt sich Schwefelsalium, arsenichtsaures Kali und zu gleicher Zeit zerfällt das zurückbleibende Realgar in Operment, welches sich mit dem Schwefelsalium verbindet und in Unter-Schwefelarsenik, welches sich niederschlägt. Dasselbe geschieht, wenn man das Operment

*) Das Natürliche wird häufig pulverisirt als Malerfarbe angewendet und ist als solches im Handel unter dem Namen Königsgelb bekannt. H. u. G.

so behandelt. Es bildet sich dann brüthhaft Schwefelarsenik und Unter-Schwefelarsenik. Diese Verbindung ist ein braunes Pulver. Erhitzt zerfällt es sich in metallisches Arsenik und in ein Schwefelarsenik, welches keinem der bis jetzt bekannten entspricht. Es löst sich nicht in Wasser auf und fängt an der Luft zuweilen Feuer. Es wird dann in arsenichte Säure und in Oxyment verwandelt. Das Unter-Schwefelarsenik wird gebildet aus 96,56 Arsenik und 3,44 Prozent Schwefel; dieß entspricht dem Verhältniß von 12 At. Arsenik auf 1 At. Schwefel. Berzelius vermuthet, daß diese Zusammensetzung einen Antheil Arsenik als Wasserstoffarsenik enthält; aber er konnte die Gegenwart des Wasserstoffs nicht sicher nachweisen.

375. Die Schwefelarsenikverbindungen sind der Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen; nichts destoweniger herrscht auch einige Ungewißheit in Bezug auf ihre Klassifikation. Wahrscheinlich giebt es zusammengesetzte Schwefelarsenikverbindungen, welche man oft mit den aufgezählten einfachen aus Mangel einer genauen Analyse verwechselt. Man darf übrigens nicht außer Acht lassen, daß die natürlichen Schwefelarsenikverbindungen nicht sehr giftig sind, was dagegen im hohen Grade von den künstlichen gilt, weil sie freie arsenichte Säure enthalten.

Das Oxyment und das Realgar werden in der Malerei gebraucht. Doch darf man sich derselben niemals mit kohlen-saurem Blei gemengt bedienen, denn die Farben würden so gleich schwarz werden, weil sich etwas schwarzes Schwefelblei bilden würde.

Alle Schwefelarsenikverbindungen lassen sich leicht daran erkennen, daß sie in Berührung mit der Luft zum Glühen erhitzt, nach schwefelichter Säure und Knoblauch riechen, welcher letztere Geruch der arsenichten Säure eigenthümlich ist *).

Man bereitet sie im Großen durch einfache Verfahrensarten, welche wir hier nach Héron de Villefosse angeben wollen:

*) G. Kammberg S. 236.

Behandlung der Arsenikerze.

Die Handelsprodukte, die man in den Hütten, in welchen man das Arsenik behandelt, gewinnt, sind mehrfacher Art; man unterscheidet darunter: 1) glasige arsenichte Säure oder weißes Arsenik; 2) gelbes Schwefelarsenik oder Opermert (Auripigment); 3) rothes Schwefelarsenik oder Realgar; 4) das metallische sublimirte Arsenik oder schwarzes Arsenik.

377. Arsenichte Säure. Um dieß Produkt zu erhalten, behandelt man entweder den aus den Arsenikgruben kommenden Arsenikkies, oder die arsenichte Säure im Pulver, welche in den Sublimationskammern, die über den in Zinn und Kobaltwerken angewendeten Ofen sich befinden, gesammelt wurde. Will man Arsenikkies behandeln, wie in Geyer in Sachsen und in Reichenstein in Schlesien, so fängt man damit an, daß man ihn in einem Revirbrosen röstet, um zuerst arsenichte Säure in Pulverform zu erhalten. Diese wird sublimirt und condensirt sich in den über dem Ofen, an der Basis des Kamins, errichteten Kammern. Sie bestehen aus beweglichen Backsteinen, so daß man von Zeit zu Zeit hineingehen kann, um die arsenichte Säure zu sammeln. Durch diese erste Behandlung verschafft man sich ein Produkt, das dem vollkommen ähnlich ist, welches bei der Behandlung des Zinns und Kobalts gewonnen wird (357).

378. Da die arsenichte Säure in Pulverform zu gefährlich ist, so verwandelt man sie in glasige arsenichte Säure, um ihren Transport zu erleichtern. Um dieß zu bewerkstelligen, reicht es hin, wenn sie von Schwefel frei ist, sie einer abermaligen Sublimation ohne allen Zusatz zu unterwerfen; im entgegengesetzten Fall setzt man Kali bei und schreitet dann zur Sublimation.

Der in Reichenstein in Schlesien gebrauchte Apparat ist ein Zugofen, dessen oberer Theil eine horizontale, über einem Feuerheerd, der das Material zum Brennen enthält, gelegene Fläche darstellt. Diese sehr einfache Vorrichtung stellt äußerlich die Form eines rechtwinkligen Parallelepipedums dar, das ohngefähr 12 Fuß lang, sechs Fuß breit

und 4 Fuß hoch über dem Boden der Hütte ist. In dem obern Theil des Ofens sind zwei Becken von Gußeisen angebracht und zwar so, daß der äußere konvexe Boden der Einwirkung des Feuers bloß gestellt ist. Jedes dieser Becken stellt beinahe einen Zylinder von zwei Fuß Durchmesser und derselben Höhe dar; jedes hat an seinem obern Theil einen vorstehenden Rand, welcher sich an die obere Fläche des Ofens anlegt. In diese Becken bringt man die pulverige arsenichte Saure. Über jedes Becken erhebt sich ein Helm von Blech oder Gußeisen. Dieser Helm, der als Rezipient dient, stellt einen vier Fuß hohen Zylinder dar, welcher denselben Durchmesser als das ihm zugehörige Becken hat; er endigt sich aber in einen Kelch von 1 Fuß Höhe, auf welchem sich wieder ein Blechrohr von einigen Zollen im Durchmesser befindet; dieß Rohr geht in eine obere Kondensationskammer, von welcher ein Abzugskanal ausgeht, der an seinem Ende offen ist.

In jedes Becken bringt man drei und einen halben Zentner arsenichte Saure in Pulver, deckt dann den Helm darauf und versichert die Fugen mit einem Kitt aus Lehm, Rindsblut und Haaren. Man erhitzt den Ofen 12 Stunden lang, wobei man anfangs sehr mäßig feuert. Nach Ablauf dieser Zeit laßt man den ganzen Apparat bis zum andern Morgen erkalten, nimmt dann den Helm weg und findet an demselben glasige arsenichte Saure, welche sich darin sublimirt hat. Um dieselbe aus dem Helm zu bringen, darf man nur ganz leicht auf den Helm schlagen; sodann packt man die Stücke, welche von guter Qualität sind, in Papper und bewahrt die unreinen Stücke, so wie auch den Rückstand, der sich im Becken befindet, für eine folgende Operation auf. Aus drei und einem halben Zentner pulveriger arsenichter Saure erhält man ohngefahr drei Zentner glasige arsenichte Saure oder weißes Arsenik. Ist das angewendete Brennmaterial Steinkohle, wie zu Reichenstein in Schlessen, so braucht man zu jedem Zentner gläserger arsenichter Säure, die man in dem Rezipienten erhält, ungefahr 90 Pfund Steinkohle.

379. Gelbes Schwefelarsenik, Opermant. Um das gelbe Arsenik zu bereiten, wendet man in der oben-

wähnten Fabrik denselben Apparat an; man verfährt auch ganz so bei der Operation, nur mit dem Unterschied, daß man in jedes Becken zu viertheil Zentner pulveriger arsenichter Säure 9 Pfund und mehr reinen Schwefel mengt, wenn sie schon Schwefel enthält; enthält sie keinen Schwefel, so thut man einen halben Zentner rohen Schwefel hinzu. Diese Quantität ist aber zu gering; man dürfte fünf mal so viel Schwefel dazu thun, um die arsenichte Säure in gelbes Schwefelarsenik und schwefelichte Säure zu verwandeln. Das so bereitete gelbe Arsenik muß (372) eine Menge freier arsenichter Säure enthalten, welche wenigstens zwei Dritttheilen seines Gewichts gleich ist.

In einigen Hütten, wo man Arsenik behandelt, begnügt man sich, für die erwähnten Operationen oben offene Helme anzuwenden, während der übrige Apparat unverändert derselbe ist. Sind die gußeisernen Becken bis zum Glühen erhitzt, so wirft man allmählig einige Pfunde pulverförmige arsenichte Säure durch die Öffnung des Helms und deckt ihn nachher mit einem Ziegelstein zu; der beschriebene Apparat ist mehr geeignet, die Arbeiter vor den verderblichen Arsenikdämpfen zu schützen; sie sind außerdem noch durch den lebhaften Zug der Schornsteine und dadurch, daß sie den Mund mit einem Tuch bedecken, geschützt.

380. Zuweilen bereitet man das gelbe Schwefelarsenik in einem Galeerenofen, indem man irdene Retorten anwendet und darin ein Gemenge von Arsenikfließ und Schwefelfließ destillirt; dann bringt man zum Arsenikfließ, der lange der freien Luft ausgesetzt war, ungefähr ein Zehnthel seines Gewichts an reinem Schwefelfließ und verfährt dann wie beim rothen Schwefelarsenik.

Es ist leicht begreiflich, daß diese Verfahrensarten mehrerlei Modificationen fähig sind, je nach den Proportionen der Gemenge, nach der Beschaffenheit der angewendeten Substanzen und der Qualität der Produkte, welche man erhalten will. Die Regeln, welche in dieser Beziehung als Richtschnur dienen, müssen von der Zusammensetzung der beiden Arten von Schwefelarsenik, so wie derjenigen der angewendeten Substanzen abgeleitet werden.

381. **Rothes Schwefelarsenik, Realgar.**
 Um rothes Schwefelarsenik zu erhalten, bedient man sich eines Galcerenofens (Taf. 12. Fig. 8 bis 5), in welchem sich zwei Reihen von irdenen Retorten aufgestellt befinden. Jede dieser Retorten ist mit einem Gemerge aus Lehm, Eisenfeile, Blut, Haaren und Alaun beschlagen und jede wiederum mit einem irdenen Rezipienten zusammengeklisset, welcher außerhalb des Ofens sich befindet. Der Rezipient ist mit einigen kleinen Öffnungen versehen, damit das erste Gas, welches sich während der Operation bildet, entweichen kann. Diese kleinen Öffnungen werden bald von dem sich sublimirenden Schwefelarsenik verstopft; man macht sie aber wieder auf, sobald es zur Verhütung einer Explosion nöthig ist. Die Retorten werden zu zwei Dritttheilen ihres Raumes mit einem geeigneten Gemenge, entweder von Arsenikkies und Schwefelkies oder pulveriger arsenichter Säure und rothem Schwefel, angefüllt. In letzterem Fall muß man, um schwefelichte Säure und rothes Schwefelarsenik zu erzeugen, drei Theile arsenichte Säure und zwei Theile Schwefel nehmen.

Das Feuer muß anfänglich vorsichtig geleitet und dann 8 Stunden lang unterhalten werden; nach dieser Zeit läßt man den Apparat erkalten und nimmt dann das rothe Schwefelarsenik, das mit gelbem gemengt ist, aus der Vorlage; letzteres wird abgesondert und bei einer neuen ähnlichen Operation wiederum angewendet.

Das rothe Schwefelarsenik, das man auf diese Weise erhält, unterwirft man einer Schmelzung, um es zu reinigen. Diese gefährliche Arbeit wird unter einem stark ziehenden Schornstein ausgeführt. Hierauf wird nun dieses Produkt entweder in eingemanerten gußeisernen Kesseln, oder in beweglichen Zylindern von Eisenblech geschmolzen, welche man fast vertikal aufstellt. In beiden Fällen gießt man die flüssige Masse, nachdem sie von der sich darauf bildenden Schlacke gereinigt wurde, schnell in Formen von Eisenblech, welche man sogleich mit ihren Deckeln verschließt und sie so lange stehen läßt, bis sie erkaltet sind. Erst dann nimmt man das rothe Schwefelarsenik stückweise heraus und thut es in Fässer, wo es dann in den Handel kommt. Die Rückstände,

welche die Retorten enthalten, werden bei der Fabrikation des schwefelsauren Eisens angewendet.

382. Metallisches Arsenik. Das Arsenik wird in demselben Apparat sublimirt, wie das rothe Schwefelarsenik. Um dieß Metall zu erhalten, bringt man in die Retorte pulverige arsenichte Säure, wozu man entweder etwas gepulverte Kohle, Eisenfeile und Kalk, oder reinen, gestoßenen Arsenikkies thut; letzteres scheint am vorthellhaftesten zu seyn. Im erstern Fall bemächtigt sich die Kohle des Sauerstoffs der arsenichten Säure und bildet Kohlenoxyd; das Eisen und der Kalk bemächtigen sich des Schwefels, sobald die angewendete Säure Schwefelarsenik enthält, was oft der Fall ist.

Im zweiten Fall entweicht schwefelichte Säure und metallisches Arsenik; es bleibt ein Gemenge aus Eisenoxyd und Schwefeleisen im Minimum zurück.

Bevor man jede der Retorten mit dem zugehörigen Rezipienten zusammen kittet, bringt man zwischen diese beiden Gefäße eine einfach zusammengerollte Platte von Blech, so daß das dadurch gebildete kleine Rohr in den Hals der Retorte sowohl, als in den Hals des Rezipienten zu liegen kommt. Hierauf verkittet man den Apparat, erhitzt dann und verfährt überhaupt ganz wie beim rothen Schwefelarsenik. Ist der Apparat erkaltet, so nimmt man die Röhren von Eisenblech weg und rollt sie auf; sie enthalten sublimirtes Arsenik im metallischen Zustande.

Dieser Körper stellt sich in kleinen glänzenden Krystallgruppen dar, welche an der Luft bald schwarz werden. Im Hals des Rezipienten findet man übrigens ein Gemenge aus Arsenik und arsenichter Säure, das zuweilen in diesem Zustand, unter den Namen Fliegenstein, in den Handel kommt; endlich erhält man auch noch im Innern der Gefäße schwarzes, pulveriges Arsenik, welches von Neuem zu einer ähnlichen Operation angewendet wird. Der in den Retorten bleibende Rückstand ist zur Fabrikation des schwefelsauren Eisens brauchbar.



Capitel XII.

Bor. — Borsäure. — Fluorbor. — Chlorbor
und Schwefelbor.

383. Man kennt unter dem Namen Tinkal oder Borar ein Salz, das ursprünglich aus einigen indischen Seen kam, welche lange Zeit die einzigen Quellen waren, aus welchen man sich diesen Stoff für den Handel verschaffte. Dieses Salz war lange Zeit der Gegenstand nutzloser oder wenigstens in ihren Resultaten ungewisser Untersuchungen. Endlich gelangte man dahin, die Gegenwart von Natron und später von einer eigentlichen Säure in demselben nachzuweisen, welche man Borarsäure nannte. Vor einigen Jahren zerlegten Thénard und Gay-Lussac die Borsäure selbst und zeigten, daß sie aus einer eigenthümlichen Substanz, welche alle Eigenschaften eines einfachen Körpers besitzt, und einer bestimmten Quantität Sauerstoff gebildet ist.

Der einfache Körper erhielt den Namen Bor. Berzelius untersuchte ihn wiederum aufs Neue in der letzten Zeit und ihm verdanken wir die genauere Kenntniß der meisten Verbindungen, mit welchen wir uns nun beschäftigen wollen.

In neuester Zeit wurde die Borarsäure in einigen italienischen Seen in so beträchtlicher Menge gefunden, daß es jetzt möglich ist, sie zu mehreren technischen Zwecken in Fabriken anzuwenden.

Bor.

(Synonyme. Boron, Lat. Borum. Franz. Bore.)

384. Eigenschaften. Es ist ein pulveriger Stoff von grünlich brauner Farbe, schwerer als Wasser, völlig unschmelzbar und wird durch das heftigste Feuer nicht verflüchtigt. Er ist geruch- und geschmacklos und ein schlechter Wär-

me- und Elektrizitätsleiter. Im Wasser ist er, so wie in den meisten bekannten Lösungsmitteln, nach dem er gegläht worden, unlöslich. Aber als Hydrat geht er, wenn er in reinem Wasser aufgelöst ist, zugleich mit durch das Filter und schlägt sich nur nieder, wenn das angewendete Wasser Salze aufgelöst enthält; dagegen im Alkohol löst er sich selbst als Hydrat nicht auf.

Die Salpetersäure verwandelt das Bor in Borsäure; alle Wasserstoffsäuren im reinen Zustande sind ohne Wirkung auf dasselbe; die Salpeter-Salzsäure aber verwandelt es in Borsäure und die Salpetersäure in Fluorbor.

Wird das Bor mit salpetersaurem Kali erhitzt, so bildet sich borsaures Kali. Die Salpetersäure des salpetersauren Kalis tritt ihm einen Theil ihres Sauerstoffs ab und geht in Stickstoffoxyd über. Die Reaktion ist so lebhaft, daß schon sehr kleine Mengen eine Explosion gleich einem Blüthenchuß verursachen können.

Auch Kalihydrat und kohlensaures Kali wird vom Bor unter lebhafter Feuererscheinung zersetzt. Für ersteren Fall wird das Wasser zersetzt und Wasserstoffgas entweicht; beim zweiten ist es die Kohlensäure, welche dem Bor einen Theil ihres Sauerstoffs abtritt und sich in Kohlenoxyd verwandelt; in beiden Fällen aber wird borsaures Kali gebildet.

Vergleicht man die Eigenschaften des Bors mit denen des Kiesel, so findet man große Ähnlichkeit zwischen beiden, nur hat das Bor im Allgemeinen stärkere Verwandtschaften als Kiesel.

385. Bereitung. Gay-Lussac und Thénard verschafften sich Bor, indem sie geschmolzene und gepulverte Borsäure mittelst Kalium zersetzten. Die Wirkung findet mit Hülfe der Wärme Statt; es bildet sich borsaures Kali und der Antheil Borsäure, welcher seinen Sauerstoff dem Kalium abtrat, um es in Kali umzuwandeln, wird zu Bor reduziert.

386. Berzelius zieht zu demselben Zweck die Anwendung der Doppelfluorverbindung von Kalium und Bor vor. Ist dieß Salz gut getrocknet, so pulvert man es, bringt ein Stück Kalium in einen kleinen Porzellan-Schmelztiegel



Capitel XII.

Bor. — Borsäure. — Fluorbor. — Chlorbor
und Schwefelbor.

383. Man kennt unter dem Namen Zinkal oder Borar ein Salz, das ursprünglich aus einigen indischen Seen kam, welche lange Zeit die einzigen Quellen waren, aus welchen man sich diesen Stoff für den Handel verschaffte. Dieses Salz war lange Zeit der Gegenstand nutzloser oder wenigstens in ihren Resultaten ungewisser Untersuchungen. Endlich gelangte man dahin, die Gegenwart von Natron und später von einer eigentlichen Säure in demselben nachzuweisen, welche man Borarsäure nannte. Vor einigen Jahren zerlegten Thénard und Gay-Lussac die Borssäure selbst und zeigten, daß sie aus einer eigenthümlichen Substanz, welche alle Eigenschaften eines einfachen Körpers besitzt, und einer bestimmten Quantität Sauerstoff gebildet ist.

Der einfache Körper erhielt den Namen Vor. Berzelius untersuchte ihn wiederum aufs Neue in der letzten Zeit und ihm verdanken wir die genauere Kenntniß der meisten Verbindungen, mit welchen wir uns nun beschäftigen wollen.

In neuester Zeit wurde die Borarsäure in einigen italienischen Seen in so beträchtlicher Menge gefunden, daß es jetzt möglich ist, sie zu mehreren technischen Zwecken in Fabriken anzuwenden.

30 r.

(Synonyme. Boren. Lat. Borum. Franz. Bore.)

384. Eigenschaften. Es ist ein pulveriger Stoff von grünlich brauner Farbe, schwerer als Wasser, völlig unschmelzbar und wird durch das heftigste Feuer nicht verflüchtigt. Er ist geruch und geschmacklos und ein schlechter Wäro

Die reine Borsäure hat so viele Verwandtschaft zum Wasser, daß man sie, um sie im glasigen Zustand aufzubewahren, in hermetisch verschlossene Gefäße bringen muß, während sie noch heiß ist. Ohne diese Vorsicht würde sie bald an ihrer Oberfläche, durch Absorption des in der Luft enthaltenen Wassers trüb und undurchsichtig.

303. Zusammensetzung. Die Borsäure wird gebildet aus:

| | | | | |
|------------------|---|--------|------|--------|
| 2 At. Bor | = | 135,98 | oder | 31,19 |
| 3 At. Sauerstoff | = | 500,00 | | 68,81 |
| 1 At. Säure | = | 435,98 | | 100,00 |

Die wasserhaltige Borsäure, wie man sie erhält, wenn sie bei einer Temperatur von 100° C. getrocknet worden, wird gebildet aus:

| | | | | |
|-------------------------|---|--------|------|-------|
| 1 At. Borsäure | = | 435,98 | oder | 72,1 |
| 3 At. Wasser | = | 168,72 | | 27,9 |
| 1 At. wasserhalt. Säure | = | 604,70 | | 100,0 |

Die Krystalle der Borsäure, welche sich in der wässrigen Auflösung gebildet haben, sind Säuredoppelhydrate und bestehen aus:

| | | | | |
|----------------|---|--------|------|--------|
| 1 At. Borsäure | = | 435,98 | oder | 56,38 |
| 6 At. Wasser | = | 337,44 | | 43,62 |
| | | 773,42 | | 100,00 |

Man kann also Borsäure in dreierlei Zuständen erhalten, welche man nicht mit einander verwechseln darf.

309. Bereitung. Man verschafft sich die Borsäure gewöhnlich, indem man aufgelöstes borsaures Natron mit concentrirter Schwefelsäure oder Chlornasserstoffsäure zersetzt. Man gießt die eine von diesen Säuren allmählig zu einer heißen gesättigten borsauren Natronauflösung und zwar so lange, bis das Lakmus endlich von der Flüssigkeit beständig geröthet wird. Es bildet sich schwefelsaures Natron oder Chlornatrium, welche beide auflöslich sind; in dem Maße als die Flüssigkeit erkaltet, setzen sich große, perlmutterglänzende und sehr weiße Schuppen ab. Dieß ist die Borsäure. Aber in diesem Zustand ist sie nicht rein. Wenn man sie auch auf ein Filtrum bringt und gut auswäscht, so kann man

er eine gewisse Menge Säure nicht nehmen, die zu ihrer Fäzitation gedient hat. Diese unreine Vorsäure ist in der Medizin bekannt, unter dem Namen *Homburgisches Essigsalz*.

Um sie zu reinigen, schmelzt man sie in der Hitze. Hat man aber das borsaure Natron mittelst der Schwefelsäure zersetzt, so darf man dazu weder silberne, noch irdene, noch Platintiegel nehmen, so daß die Reinigung nicht ausführbar ist. Die Metalltiegel wurden angegriffen und konnten auch die Schwefelsäure oder Vorsäure für sich allein nicht auf Platin wirken, so durchlöchern sie es doch rasch, wenn sie vereinigt wirken. Auch die irdenen Tiegel leiden und hier ist es die Vorsäure, welche sich der Thonerde bemächtigt. Man muß daher nothwendig das borsaure Natron durch die Chlornasserstoffsäure zersetzen, es hinreichend waschen, bis das Waschwasser kein Kochsalz mehr enthält, dann es trocknen und in einem Platintiegel schmelzen, er hiebei nicht leidet, wenn man ihn vor dem Einfluß der Kohle schützt.

Die auf diese Weise bereitete Vorsäure krystallisirt in Wasser aufgelöst, in kleinen Prismen, nicht in großen Schuppen. Letztere Eigenschaft scheint sie nur dann zu besitzen, wenn sie mit einer andern Säure in Verbindung ist.

590. *Natürliches Vorkommen.* Zu technischem Gebrauch verschafft man sich die Vorsäure nicht auf die angeführte Weise; man macht gegenwärtig in Frankreich das borsaure Natron künstlich, indem man das kohlensaure Natron durch Vorsäure zersetzt. Diese Säure findet sich sehr häufig in Toscana, wo man sie für den Handel gewinnt.

Das Vorkommen der Vorsäure an dem angeführten Ort, steht mit sehr merkwürdigen geologischen Phänomenen in Verbindung; sie ward daselbst 1776 von Hoeser und Magagnoli entdeckt, welche sie sowohl effloreszirt als in dem Wasser, das den Boden durchdringt, aufgelöst beobachteten.

Die Orte, an welchen die Säure sich findet, werden *Lagoni* genannt. Der Boden dieser Lagonen besteht aus Schlamm, welcher durch ein scheinbares Kochen unausgesetzt bewegt wird, ein Phänomen, das von einer beständigen Ent-

wicklung von Dämpfen herrührt, welche aus dem Innern der Erde kommen. Diese Entwicklung ist derjenigen ähnlich, welche der zusammengepreßte Dampf im Augenblick seiner Entweichung aus den Ventilen einer Dampfmaschine hervorbringt; doch verursacht diese Erscheinung ein weit stärkeres Geräusch, denn man kann es eine halbe Stunde weit hören. Mehrmals versuchte man schon die Ausgänge des Dampfs zu verstopfen, um einige zur Gewinnung der Säure nöthige Arbeiten zu erleichtern, indem man große mit Steinen gefüllte Fässer mit Gewalt in die Löcher, aus denen der Dampf kommt, einsenkte, aber sie wurden bald emporgehoben und selbst, nach einigen Augenblicken, beträchtlich hoch in die Luft geschleudert. Diese Thatsache ist um so merkwürdiger, als die Dampflöcher ziemlich breit sind und auf einem ziemlich engen Raum in großer Anzahl sich befinden.

Die an Vorsaure. reichsten Lagunen sind diejenigen von Cherchiajo, Monte-Cerboli und Castelnovo. — Die Fumarolen oder Dampfzungen von Castelnovo liegen im Grunde und am Ende eines engen und tiefen Thaies; fast alle befinden sich in einer Linie. Die von Monte-Cerboli befinden sich auf einer 200 Meter langen und 100 Meter breiten Landstrecke.

391. Die Fumarolen liegen selten auf dem Abhang von Hügeln; ist dieß der Fall, so bringt der Dampf durch Felspalten und vertheilt sich in der Luft. Nähert man sich diesen Spalten, so hört man im Innern ein Geräusch, wie wenn Wasser in einem Gefaße mit enger Mündung kocht. Gewöhnlich finden sich die Dampfzungen an den tiefsten Stellen der Thäler, oder wenigstens ganz in der Nähe derselben. Das verdichtete Wasser verbreitet sich dann über den Boden, macht ihn schlammig und setzt alle vom Dampf fortgerissenen Stoffe darin ab. Die Mündungen öffnen sich gewöhnlich auf dem Grunde von Plätzen oder kleinen, künstlich oder natürlich ausgegrabenen Seen, welche mit schlammigem, kochendem Wasser angefüllt sind, wodurch die Dämpfe treten müssen. Die durch die Spalten entweichenden Dämpfe bestehen aber nicht aus reinem Wasser, sondern sie enthalten auch Vorsaure und der Geruch entdeckt darin die Gegenwart von Schwefelwasserstoffsäure und Bitumen. Mit

analytischer Untersuchungen fand man darin schwefelsaures Eisen, schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Talkerde und schwefelsaures Ammoniak; die Wände der Dampfspalten sind ferner auch mit krystallisirtem Schwefel überzogen.

392. Betrachtet man diese merkwürdigen Erscheinungen ihrer Gesamtheit, so kann man nicht umhin, eine Vermuthung aufzustellen, die vielleicht einige Beachtung verdienen möchte. Nehmen wir im Innern der Erde eine Masse Schwefelbor an, denken wir uns dieselbe von Zeit zu Zeit mit Wasser in Berührung, so wird sich Vorsäure und Schwefelwasserstoffsäure unter Wärmeentwicklung bilden (402). Hiervon rührt die Bildung des Wasserdampfes her, der sich mit der Vorsäure, die sich bildet, verbindet. Die noch heißen Dämpfe, die sich bilden, rufen die Luft in Berührung mit dem Schwefel und der Vorsäure, welche wiederum mit dem Schwefel sich verbindet, schwefelsaure Salze bildet.

Die Erscheinungen der Art, die verfürzten Gebirgsschichten, die entwickelten Produkte und die Temperaturerhöhung stellen die Lagonen mit den Vulkanen in eine Klasse, nur findet bei der allerdings große Unterschied statt, daß die Temperatur des Feuerheerdes zu niedrig oder das Gestein zu schwer melzbar ist, um die Bildung von Laven zu gestatten.

Die Gebirgsart, aus welcher die Dämpfe kommen, besteht nach Alexander Brongniart aus Kalkkonglomerat, (s. pag. 100) von gemeinem, dichtem, braunem Kalk, mit schwarzem, oft unterbrochenen Lagern von Hornstein, Mergel und Thiefferthon; daraus geht hervor, daß der Heerd unterhalb der tiefsten Ablagerungen derjenigen Gebirgsformation liegt, welcher der Alpenkalk gehört.

393. Die Vorsäure wird auf eine sehr einfache Weise gewonnen. In den kleinen Kratern nämlich, welche sich an den Dampfmündungen gebildet haben, verdichtet sich das Wasser und wird durch den fortwährend zufließenden Dampf erhalten. Die schlammige Flüssigkeit, welche sich hier sammelt, nimmt man von Zeit zu Zeit weg, bringt sie in

Kessel und wäscht sie einige mal mit siedendem Wasser aus. Diese abgekälarten Waschwasser unterwirft man einer freiwilligen Verdampfung, welche um so leichter vor sich geht, als man von der Hitze des Bodens Gebrauch machen kann. Ebenso behandelt man den Schlamm, man gewinnt dabei 3 oder 4 Prozent rohe Borsäure, die man reutigt, indem man sie von Neuem krystallisiren läßt.

Diese Säure enthält immer Eisensalze und schwefelsauren Kalk. Letzterer findet sich manchmal selbst in so bedauernder Quantität, daß er das durch die Schmelzung der natürlichen Borsäure erhaltene Glas undurchsichtig macht. Hievon befreit man die Säure leicht durch wiederholte Krystallisationen.

394. Im Nothfall, ja vielleicht noch leichter, könnte man die von Lucas und Maraschini im Innern des Kraters von Volcano beobachtete Borsäure gewinnen. Sie bildet daselbst eine von zwei bis drei Centimeter dicke Kruste, von sehr weißem, faserigem oder schuppigem Ansehen. Die Säure ist so rein, daß man sie nur zu sammeln braucht und dann sogleich in den Handel geben kann.

395. Benützung. Die natürlich von den Lagunen gelieferte Borsäure dient zur Bereitung des Boraxes im Großen; man macht davon in einigen Glashütten mit Vortheil Gebrauch, wo man sie zur Verfertigung der künstlichen Edelsteine nimmt; auch in der Färberei kann man sie anwenden, um in einigen Fällen den viel theuerern Weinsteinrahm zu ersetzen. Später wird wohl die Borsäure einen Hauptstoff zur Glasur der gewöhnlichen Töpferwaare abgeben; gegenwärtig ist sie noch zu theuer, um sie hierzu mit Vortheil anwenden zu können. Durch eine besser geleitete, und nach dem bei den Salzteichen üblichen Verfahren eingerichtete Gewinnungsart wurde bald der Preis der für den Handel bestimmten Säure niedriger gestellt werden können.

Fluorbor, Fluorborssäure.

(Fluorure de bore, acide fluoborique.)

396. Eigenschaften. Das von Gay-Lussac und Thénard entdeckte Fluorbor ist ein farbloses Gas, von sehr

bedeudendem, selbst erslickendem Geruch, sehr sauer, im Wasser sehr löslich und besitzt eine Dichtigkeit von 2,3124. Es löscht brennende Körper aus und wird weder von der Hitze noch der Electricität verändert. Fast alle Körper, welche man mit ihm in Berührung bringt, äußern keine Wirkung auf dasselbe; nur das Kalium und Natrium zersetzen diese Verbindung und werden in Fluorkalium und Fluornatrium verwandelt, wobei das Bor frei wird.

Seine Wirkung auf das Wasser ist äußerst lebhaft; es ist unter allen bekannten Gasarten das am meisten auflöslische; die stärksten Probierröhrer in : großen Quantität Wasser in Berührung gebracht, n : man sie mit diesem Gas gefüllt hat, wurden zerbrochen. Man kann die Wirkung auf das Wasser nach der Dämpfen beurtheilen, welche es an der Luft verbreitet u : es ist wirklich das rauchendste aller bekannten Gase. Man dieß auch aus der Wirkung schließen, welche es : Stoffe ausübt; es schwärzt im Augenblick das : s Papier etc., indem es sich des in diesen Körper : neuen Wassers bemächtigt und ihre Kohle frei macht.

397. Bisher sprachen : os von der einfachen Auflöslichkeit dieses Gases im Wasser; aber es zeigen sich dabei in der That Zersetzungs-Erscheinungen, welche man kennen muß. Läßt man ins Wasser 100 oder 150 mal fein Borsäure an Gas treten, so schlägt sich Borsäure nieder; das Wasser wird also zersetzt und es bildet sich eine entsprechende Menge Fluorwasserstoffsäure; das Fluorbor wird aber nur theilweise zersetzt; ein Theil bleibt unangegriffen und verbindet sich mit der gebildeten Fluorwasserstoffsäure, um fluorwasserstoffsaures Fluorbor zu bilden. Diese Verbindung ist sehr sauer.

Wenn man aber, statt eine bestimmte Menge Gas ins Wasser strömen zu lassen, dasselbe damit sättigt, so verschwindet der Niederschlag von Borsäure, anstatt sich zu vermehren, wie man hätte erwarten sollen. Eben dieß ist der Fall, wenn man sehr wenig Gas ins Wasser strömen läßt und die Auflösung dann abdampft. Bei einem gewissen Konzentrationsgrad wird die Borsäure vermehrt, verschwindet aber nachher

wieberum ganz; die Flüssigkeit wird hell und läßt sich ohne Rückstand destilliren.

Das Fluorbor kann demnach ein permanentes Hydrat bilden, weil es verflüchtigt werden kann; dieß Hydrat kann aber durch Zusatz einer größern Menge Wasser wieder zersetzt werden.

Dieß Hydrat enthält eine große Menge Fluorbor, denn das Wasser kann mehr als 700 mal sein Volum von diesem Gas auflösen. Die Auflösung ist farblos, sehr dicht, stark, rauchend und von öhliger Consistenz.

Erhitzt verliert sie ungefähr das Fünftel des Fluorbors, welches sie enthält, dann verflüchtigt sie sich ohne weitere Veränderung. In letzterem Zustand gleicht sie in ihren allgemeinen Eigenschaften der gewöhnlichen Schwefelsäure.

Das rauchende Hydrat von Fluorbor besteht aus:

| | | | | |
|----------------|---|--------|------|--------|
| 1 At. Fluorbor | = | 209,34 | oder | 65,05 |
| 1 At. Wasser | = | 112,48 | | 34,95 |
| 1 At. Hydrat | = | 521,82 | | 100,00 |

398. Zusammensetzung. Das Fluorbor wird gebildet aus:

| | | | | |
|----------------|---|--------|------|--------|
| 1 At. Bor | = | 67,99 | oder | 16,24 |
| 3 At. Fluor | = | 350,70 | | 83,76 |
| 2 At. Fluorbor | = | 418,69 | | 100,00 |

399. Bereitung. Man verschafft sich gewöhnlich das Fluorbor durch folgendes Verfahren. Man nimmt einen Theil geschmolzene Borsäure und zwei Theile Fluorcalcium, pulvert beide Stoffe, mengt sie gut, bringt sie in eine Phiole und fügt zwölf Theile sehr concentrirte Schwefelsäure hinzu. Man erhitzt die Phiole gelinde und sammelt das Gas über Quecksilber. Auf diese Weise erhält man eine große Menge Fluorbor, aber nie in reinem Zustande. Es enthält Fluorkiesel und Schwefelsäure in Dampfform. Die Produkte dieses Versuchs sind schwefelsaurer Kalk und Fluorbor. Man nimmt einen großen Überschuß an Schwefelsäure; würde man weniger nehmen, so würde das von der mit dem Kalk sich verbindenden Säure, geschiedene Wasser, das Fluorbor ganz und gar zurückbehalten und es würde sich dann kaum etwas Gas entwickeln.

Will man sich die wässerige Auflösung des Fluorbor's verschaffen, so muß man eine besondere Methode in Anwendung bringen. Man senkt die Röhre, welche das Gas leitet in ein recht trockenes Probirglas, und gießt so lange Quecksilber dazu bis die Röhre einige Linien hineinragt, dann gießt man das Wasser, welches man anwenden will, darauf. Auf diese Weise kommt das Gas erst in Berührung mit dem Wasser, wenn es durch die Quecksilberschicht gedrungen ist, und so vermeidet man die Absorption, welche die ausnehmende Löslichkeit des Gases ohne Zweifel verursachen würde. Man muß das Gasbad halten, denn das Temperatur des Wassers Auflösung sehr unvollkommen.

Um sich dieses Gas rein ein Gemenge von Borsäure

hitz in einem eisernen Koborsaurer Kalk und Fluor

Wünscht man dagegen hält man es sogleich, in verdünnter Fluorwasserstoff

Durch diese beiden Produkte rein.

einem kalten Wasser würde die ehen, wodurch die

ist es jedoch besser, m bei der Glüh- Es erzeugt sich

aufgelöst, so er in mit Wasser

ungsarten erhält man die

Chlorbor.

(Chlorure de Bore.)

400. Eigenschaften. Es ist gasförmig, farblos, von sehr stechendem Geruch, sehr rauchend an der Luft, obwohl weniger als das Fluorbor, sehr sauer und sehr löslich im Wasser. Seine Dichtigkeit beträgt zufolge eines mit einem unreinen Gase angestellten Versuches wenigstens 3,942, da sie der Berechnung gemäß eigentlich 4,079 seyn sollte. Es löscht brennende Körper aus und wird durch die Hitze nicht zersezt; es bleibt bei -20° unter gewöhnlichem Druck unverändert.

Dies Gas gleicht also in vieler Hinsicht dem Fluorbor, nur durch seine geringere Verwandtschaft zum Wasser unterscheidet es sich wesentlich. In der That sind auch die Däm-

pfe, die es an der Luft verbreitet, nicht so bicht, und seine Wirkung auf organische Stoffe ist weit weniger lebhaft, da es diese nicht schwärzt.

Das Wasser zersetzt es jedoch und vielleicht vollständiger als das Fluorbor. Es wird augenblicklich von dieser Flüssigkeit aufgelöst; ist die beigemengte Gasmenge, hinreichend, so schlägt sich Borsäure nieder. Die abgedampfte Auflösung läßt immer einen Rückstand von Borsäure übrig; dies beweist, daß die in Bezug auf das Fluorbor untersuchten Erscheinungen sich hier nicht zeigen, oder daß das Chlorbor wenigstens kein flüchtiges Hydrat bildet. Die Wirkung scheint einfacher zu seyn und es bildet sich vielleicht nur Chlorkwasserstoffsäure und Borsäure.

Zusammensetzung. Es besteht aus:

| | | | | |
|----------------|---|--------|------|--------|
| 1 At. Bor | = | 67,99 | oder | 9,29 |
| 3 At. Chlor | = | 663,96 | | 90,71 |
| 3 At. Chlorbor | = | 731,95 | | 100,00 |

das heißt, es besteht aus einem Maas Bordampf und drei Maas Chlor zu zwei verdichtet.

401. Bereitung. Man kann sich das Chlorbor durch drei verschiedene Verfahrensarten verschaffen. Die erste von Berzelius angewendete, besteht darin, daß man das Bor in reinem, trockenem Chlor erhitzt. Das Bor fängt rasch Feuer und das über Quecksilber aufgefangene Chlorbor wird durch dieses Metall von seinem überschüssigen Chlor befreit. Das zweite, von Despretz angewendete Verfahren besteht darin, daß man Boreisen mit Chlor auf dieselbe Weise behandelt. Es bildet sich Chloreisen, welches fest ist und Chlorbor, das man ebenfalls mittelst Quecksilber von seinem überschüssigen Chlor befreit. Man kann diese Versuche in Glasröhren machen, welche man an der Lampe erhitzt. Das dritte Verfahren, welches ich selbst angewendete, erfordert eine höhere Temperatur und liefert niemals reines Gas; es besteht darin, daß man ein Gemenge von recht trockner Borsäure und ausgeglüheter Kohle, beide gepulvert, mit Chlor behandelt. Man bringt das Gemenge in eine Porzellanröhre, läßt einen Strom von trockenem Chlorgas hineintreten, glüht die Röhre und sammelt das Gas über Quecksilber auf die

Will man sich die wässerige Auflösung des Fluorbor's verschaffen, so muß man eine besondere Methode in Anwendung bringen. Man senkt die Röhre, welche das Gas leitet in ein recht trockenes Probirglas, und gießt so lange Quecksilber dazu bis die Röhre einige Linien hineintragt, dann gießt man das Wasser, welches man anwenden will, darauf. Auf diese Weise kommt das Gas erst in Berührung mit dem Wasser, wenn es durch die Quecksilberschicht gedrungen ist, und so vermeidet man die Absorption, welche die ausnehmende Löslichkeit des Gases ohne Zweifel verursachen würde. Man muß das Probirglas in einem kalten Wasserbad halten, denn das sich auflösende Gas würde die Temperatur des Wassers über 100° erhöhen, wodurch die Auflösung sehr unvollkommen werden würde.

Um sich dieses Gas rein zu verschaffen, ist es jedoch besser, ein Gemenge von Borsäure und Fluorcalcium bei der Gluthitze in einem eisernen Rohr zu behandeln. Es erzeugt sich borsaurer Kalk und Fluorbor entweicht.

Wünscht man dagegen das Fluorbor aufgelöst, so erhält man es sogleich, indem man Borsäure in mit Wasser verdünnter Fluorwasserstoffsäure auflöst.

Durch diese beiden Verfahrensarten erhält man die Produkte rein.

Chlorbor.

(Chlorure de Bore.)

400. Eigenschaften. Es ist gasförmig, farblos, von sehr stechendem Geruch, sehr rauchend an der Luft, obwohl weniger als das Fluorbor, sehr sauer und sehr löslich im Wasser. Seine Dichtigkeit beträgt zufolge eines mit einem unreinen Gase angestellten Versuches wenigstens 3,942, da sie der Berechnung gemäß eigentlich 4,079 seyn sollte. Es löst brennende Körper aus und wird durch die Hitze nicht zerlegt; es bleibt bei -20° unter gewöhnlichem Druck unverändert.

Dies Gas gleicht also in vieler Hinsicht dem Fluorbor, nur durch seine geringere Verwandtschaft zum Wasser unterscheidet es sich wesentlich. In der That sind auch die Damp-



Capitel XIII.

Kiesel, Wasserstoffkiesel, Kieselsäure oder
Kieselerde; Fluor, Chlor, Schwefel;
Kiesel.

403. Das Kiesel ist erst seit den letztern Jahren bekannt; nicht so das Dryd, oder vielmehr die Säure, welche es bildet, indem es sich mit dem Sauerstoff verbindet. Diese Verbindung bildet im fast reinen Zustand die meisten Kieselsteine, die so hart sind, daß sie am Stahle Feuer geben und die man in großer Menge auf der Erdoberfläche findet.

Die ersten Versuche, welche zur Entdeckung des Kiefels führten, wurden von Gay-Lussac und Thénard angestellt. Das wahre Resultat aber mußte ihnen entgehen, weil die Mittel, welche ihnen damals zu Gebote standen, nicht ausreichend waren.

In der neuesten Zeit nahm Bergellius diese Untersuchungen wieder vor. Es gelang ihm nicht nur, das Kiesel rein darzustellen, sondern er verschaffte sich sogar diese Substanz in hinreichend großer Menge, um zahlreiche Versuche damit anzustellen und seine hauptsächlichsten Verbindungen auf direktem Wege kennen zu lernen.

Wir werden am Ende dieses Kapitels die Geschichte der Kiesel-erde geben. Sie ist die einzige der hier zu betrachtenden Verbindungen, die sich in der Natur vorfindet und direkt zu technischen Zwecken verwendet wird. Aus der Kiesel-erde gewinnt man alle diejenigen Produkte, welche aus dem Kiesel gebildet werden.

Kiesel

(Synonyme. Silicium. Lat. Silicium. Franz. Silicium.)

404. Eigenschaften. Das Kiesel stellt ein dunkel-
 rußbraunes Pulver dar, ohne den geringsten Metallglanz.
 Es ist weder schmelzbar, noch flüchtig, schwerer als Wasser;
 es löst sich im Wasser weder auf, noch zersetzt es dasselbe.
 Das Kieselpulver hängt sich an das Papier und macht starke
 Flecken darauf; es hängt sich ebenso an die Wände der
 Glasröhren, in welchen man es emahrt, wenn sie auch
 noch so trocken sind. Es schlechter Electricitäts-
 leiter.

Ob schon das Kiesel wenig Neigung hat, sich mit
 dem Sauerstoff zu verbinden, konnte es gleichwohl erst in
 der neuesten Zeit von dem wie es in der Kieselerde
 damit verbunden ist, geschieden werden. Man kann es unter
 Luftzutritt bis zum Glühe, ohne daß es sich oxydirt:
 in Sauerstoffgas erhitzt, nur es zwar dasselbe, aber so
 langsam und so schwach, es nur mit vieler Mühe
 in Kieselerde verwandeln, es oxydirt sich selbst nicht,
 wenn man, während es im Feuer glüht, Stückchen von chlo-
 saurem Kali darauf wirft. Bei der Weißglühhitze wird es
 aber vom salpetersauren Kali sehr schnell oxydirt; bei ge-
 ringerer Temperatur aber wird es kaum angegriffen. Mit
 dem kohlensauren Kali brennt das Kiesel in der
 Rothglühhitze und selbst noch darunter sehr
 leicht mit lebhafter Flamme. Die Masse nimmt eine
 schwarze Farbe an, wegen der Kohle, die sich absetzt, wenn
 die Menge des kohlensauren Kalis gering ist; ist diese
 größer, so bleibt sie weiß und es entweicht Kohlenoxydgas.
 Diese Reaktionsweise ist die Ursache eines sonderbaren Phä-
 nomens: erhitzt man das Kiesel mit salpetersaurem Kali, so
 erfolgt keine Wirkung; setzt man aber etwas kohlensaures
 Kali hinzu, so wird das Kiesel plötzlich in Kieselerde verwand-
 elt, die Kohle zersetzt die Salpetersäure, und es entwickelt
 sich Kohlensäure und Stickstoffoxyd. Die Einwirkung geht
 so rasch von statten, daß Detonation statt findet. Man kann

alle diese Erfolge erklären, so sonderbar sie auch sind, wenn man annimmt, daß das Kiesel für sich selbst nur wenig Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, daß aber seine Verwandtschaft wächst unter dem Einfluß mächtiger Alkalien, wie des Kali's und Natrons.

Diese Ansicht wird bestätigt durch die Wirkung, welche das Kalihydrat oder Natronhydrat darauf ausübt. Weit unter der Rothglühhitze erglüht es lebhaft und detonirt. Das Wasser der Hydrate wird zersezt; es bildet sich kieselbares Kali und Wasserstoffgas entweicht.

Keine Säure für sich allein wirkt auf das Kiesel; dieser Stoff wird bloß von einem Gemenge der Salpetersäure und Fluorwasserstoffsäure angegriffen; es bildet sich Fluorkiesel und Wasser, und es entweicht Stickstoffoxyd.

405. *Vereitigung.* Das Kalium zersezt die Kiesel-erde, aber das dabei abgeschiedene Kiesel ist so wenig, daß man es nicht isoliren kann.

Das Eisen zersezt das Fluorkiesel ebenfalls; aber es erzeugt sich dann Fluoreisen und Kieseisen. Alle Kieselmetalle aber, denen man das Metall mittelst einer Säure entziehen muß, geben kein Kiesel. Unter diesem Einfluß zersezt dieser Körper das Wasser und verwandelt sich in Kiesel-erde.

Dagegen gelangt man sehr gut zum Zwecke mittelst des von Berzelius angegebenen Verfahrens, dem man die Entdeckung des Kiesels verdankt. Er wendet die Verbindung des Fluorkiesels mit Fluorkalium an, pulvert diese und trocknet sie; hierauf bringt er dieselbe in eine Glasröhre mit abwechselnden Lagen von Kalium, auf solche Weise, daß man die ganze Masse zu gleicher Zeit erhitzen kann. Zu diesem Entzweck bedient man sich einer Alkohollampe; selbst schon vor der eintretenden Rothglühhitze wird das Kiesel mit schwachem Zischen und einer geringen Wärmenentwicklung reducirt; es entweicht kein Gas; aber als Rückstand bleibt Fluorkalium, so wie auch Kieselkalium und der Überschuß des angewendeten Doppelsalzes.

Ist die Masse erkaltet, so verdünnt man sie mit viel Wasser; das Fluorkalium, so wie der Überschuß des Dop-

pelhalzes lösen sich darin auf; das Kieselskium zerlegt das Wasser, das Kalium geht in Kali über und der größte Theil des Wasserstoffs entweicht; eine kleine Portion verbindet sich aber mit dem Kiesel und es wird festes Wasserstoffkiesel gebildet. Man klärt ab und wäscht kalt, so lange das Waschwasser noch alkalisch reagirt. Hört diese Reaktion auf, so kann man die Masse mit siedendem Wasser waschen. Diese Operation dauert sehr lange. Die Waschungen müssen so lange fortgesetzt werden, bis das abgedampfte Waschwasser nicht den geringsten Flecken mehr auf dem Boden der Gefäße zurückläßt.

Auf dem Filter bleib
selerde gemengt, zurück.
es in einen Tiegel, erhitzt
erhält es in dieser Temp
den Tiegel offen läßt.
indem es seinen Wassersto
fangen, so ließe das Kiese
den; in diesem Fall müß
Temperatur vermindern.
Temperatur allmählig wie
sie einige Augenblicke darin.

fel, mit etwas Kie
dieses Produkt, thut
zum Glühen und
lang, wobei man
sel wird zerstört,
e dieß Gas Feuer
e, sich zu entzünd
Tiegel schließen und die
er Zeit erhöht man die
zum Glühen, und erhält

Es bleibt im Tiegel ein Gemenge von Kiesel und Kiesel-
selerde; man begießt die erkaltete Masse mit schwacher und
reiner Fluorwasserstoffsäure, läßt sie einige Stunden lang
digeriren, verdünnt mit Wasser, filtrirt und wäscht; das
Kiesel ist dann rein und besitzt alle angeführten Eigenschaften.

406. Natürliches Vorkommen und Benützung.
Das reine Kiesel wird nicht benützt, es fand sich bis jetzt
noch nicht in der Natur. Mit Sauerstoff verbunden, bildet
es Kieselserde, einen der allhäufigsten Körper der Erdrinde,
der auch in den Künsten sehr viel gebraucht wird. Das Kie-
sel spielt bei der Gewinnung des Eisens und Stahls eine
wichtige Rolle.

Wasserstoffkiesel.

(Hydruze de Silicium.)

407. Wir erwähnten diese Verbindung schon bei der Angabe der Bereitung des Kiesel; sie ist wenig bekannt, aber wir müssen hier ihre hauptsächlichsten Charactere anführen, um zu zeigen, wie sie sich vom Kiesel, mit dem sie dem Anschein nach viele Ähnlichkeit hat, unterscheidet.

Das Wasserstoffkiesel unterscheidet sich kaum durch die Farbe und die übrigen physischen Eigenschaften vom Kiesel; aber seine chemischen Eigenschaften sind ganz anders. In der Rothglühbirne fängt es in der Luft Feuer, leichter aber noch im Sauerstoffgas; es brennt mit Lebhaftigkeit, indem es einen grauen, aus Kiesel-erde und etwas Kiesel, das der Verbrennung entgangen ist, gebildeten Rückstand übrig läßt. Es löst sich in Fluorwasserstoffsäure auf, wobei es in Fluorkiesel übergeht, indem es seinen Wasserstoff abgibt und den aus der Säure austreibt; dieß ist eine Eigenschaft, welche das Kiesel nicht besitzt; es löst sich auf gleiche Weise in den concentrirten Kali- und Natronsolutionen, selbst in der Kälte, unter Entwicklung von Wasserstoffgas auf; das Wasser wird zersetzt und es bildet sich kiesel-saures Kali.

Der Schwefel, der keine Wirkung auf das Kiesel anfertigt, verbindet sich dagegen sehr leicht mit dem Wasserstoffkiesel; dieß wird wahrscheinlich auch bei vielen andern Körpern der Fall seyn.

Hieraus ist die Schwierigkeit erklärlich, welche sich bei der Darstellung des Kiesel aus seinen Verbindungen zeigt, da das Wasserstoffkiesel, welches sich anfänglich bildet, Sauerstoff unter so mannigfaltigen Einflüssen absorbiren kann.

Fluorkiesel. Fluorkieselsäure.

(Fluorure de Silicium. Acide fluorique silicé.)

408. Eigenschaften. Es ist gasförmig, farblos, raucht an der Luft, aber weit weniger als Fluorbor; sein Geruch ist zu gleicher Zeit stechend und erstickend; es ist sehr sauer; seine Dichtigkeit ist gleich 3,600. Es löscht brennende Körper aus. Durch die Wärme wird es nicht zersetzt.

rethales lösen sich darin auf; das Kiesellalium zersetzt das Wasser, das Kalium geht in Kali über und der größte Theil des Wasserstoffs entweicht; eine kleine Portion verbindet sich aber mit dem Kiesel und es wird festes Wasserstoffkiesel gebildet. Man klärt ab und wäscht kalt, so lange das Waschwasser noch alkalisch reagirt. Hört diese Reaktion auf, so kann man die Masse mit siedendem Wasser waschen. Diese Operation dauert sehr lange. Die Waschungen müssen so lange fortgesetzt werden, bis das abgedampfte Waschwasser nicht den geringsten Flecken mehr auf dem Boden der Gefäße zurückläßt.

Auf dem Filter bleibt Wasserstoffkiesel, mit etwas Kiesel-erde gemengt, zurück. Man trocknet dieses Produkt, thut es in einen Tiegel, erhitzt es dann fast bis zum Glühen und erhält es in dieser Temperatur eine Zeit lang, wobei man den Tiegel offen läßt. Das Wasserstoffkiesel wird zerstört, indem es seinen Wasserstoff verliert. Würde dieß Gas Feuer fangen, so ließe das Kiesel ebenfalls Gefahr, sich zu entzünden; in diesem Fall müßte man den Tiegel schließen und die Temperatur vermindern. Nach einiger Zeit erhöht man die Temperatur allmählig wieder bis zum Glühen, und erhält sie einige Augenblicke darin.

Es bleibt im Tiegel ein Gemenge von Kiesel und Kiesel-erde; man begießt die erkaltete Masse mit schwacher und reiner Fluorwasserstoffsäure, läßt sie einige Stunden lang digeriren, verdünnt mit Wasser, filtrirt und wäscht; das Kiesel ist dann rein und besitzt alle angeführten Eigenschaften.

406. Natürliches Vorkommen und Benützung. Das reine Kiesel wird nicht benutzt, es fand sich bis jetzt noch nicht in der Natur. Mit Sauerstoff verbunden, bildet es Kiesel-erde, einen der allerschäufigsten Körper der Erdrinde, der auch in den Künsten sehr viel gebraucht wird. Das Kiesel spielt bei der Gewinnung des Eisens und Stahls eine wichtige Rolle.

410. **Bereitung.** Diese ist sehr einfach. Man mengt gleiche Theile Fluorkalcium und Kiesel sand, beide gepulvert. Dieß Gemenge bringt man in eine Phiole und gießt auf einmal so viel concentrirte Schwefelsäure darüber, um daraus einen Teig zu machen. Man mengt das Ganze gut mit einem Glasstäbchen und befestigt dann an die Phiole ein gekrümmtes Rohr, um das Gas aufzufangen. Dieses entbindet sich schon in der Kälte; bald aber ist es nothwendig, das Gefäß zu erwärmen, doch muß dieß mit Vorsicht geschehen. Man sammelt das Gas über Quecksilber. Es bleibt schwefelsaurer Kalk in der Phiole zurück.

Angewendete Stoffe.

| | | |
|---------------------|---|---------------|
| 1 Lt. Kieselerde | = | 192,60 |
| 1 Lt. Fluorkalcium | = | 489,83 |
| 1 Lt. Schwefelsäure | = | 501,16 |
| | | <hr/> 1183,59 |

Erzeugte Produkte.

| | | |
|---------------------------|---|---------------|
| 1 Lt. Fluorkiesel | = | 326,46 |
| 1 Lt. Schwefelsaurer Kalk | = | 857,19 |
| | | <hr/> 1183,59 |

Wollte man sich statt des gasförmigen Fluorkiesels fluorwasserstoffsaures Fluorkiesel in Auflösung verschaffen, so müßte man sich des Apparats und der Methode bedienen, welche beim fluorwasserstoffsauren Fluorbor (399) angegeben wurde. Würde man keine Quecksilberschicht anwenden, um die Gasleitungsröhre vor der unmittelbaren Berührung mit Wasser zu schützen, so würde die sich niederschlagende Kieselerde sehr bald diese Röhre verstopfen und der Apparat müßte gesprengt werden.

Man könnte den fein gepulverten Kiesel sand auch mit verdünnter Fluorwasserstoffsaure behandeln. Die Wirkung geschieht schon in der Kälte und ist nach vier und zwanzig Stunden beendigt; das Produkt ist sehr rein, da es keine Kieselerde in Auflösung enthält.

Chlorkiesel.

(Chlorure de Silicium.)

411. Eigenschaften. Das Chlorkiesel ist tropfbar flüchtig, farblos, durchsichtig und ähnelt dem Schwefeläther hinsichtlich seiner Flüssigkeit. Es ist schwerer als Wasser und kocht schon unter 100°C ; es verdampft schnell an der freien Luft. In Berührung mit Wasser zerfällt es dasselbe, indem es in Kieselerde und Chlornasserstoffsäure übergeht; hieraus kann man schließen, daß es auch einen weißen Dampf mit stechendem Geruch verbreitet, auch in der That der Fall ist. Die Dichtigkeit/seiner Flüssigkeit ist gleich 5,939.

Diese Verbindung ist uns wenig bekannt, allein man kann ihr Verhalten leicht vorausbestimmen, wenn man sie mit Chlorbor oder Fluorsilicium vergleicht, mit welchen sie die meiste Ähnlichkeit hat.

Das Kalium zerlegt das Chlorkiesel unter Beihülfe der Wärme; es bildet sich Chlorkalium und Kieselskalium. Es läßt daher leicht seyn das Kiesel durch dieses Mittel aus der erwähnten Verbindung auszuschcheiden.

Zusammensetzung. In Folge der Wirkung, welche das Chlorkiesel auf das Wasser äußert, besteht es aus:

| | | | | |
|-------------------|---|-------|------|-------|
| 1 At. Kiesel | = | 92,6 | oder | 17,5 |
| 2 At. Chlor | = | 442,6 | | 82,7 |
| 1 At. Chlorkiesel | = | 535,2 | | 100,0 |

412. Bereitung. Bergmann, welcher es entdeckte, erhielt dasselbe, indem er das Kiesel oder Wasserstoffkiesel mittelst trockenen Chlors unter Beihülfe der Wärme handelte. Beide fangen in diesem Gas Feuer und fahren fort zu brennen bis sie völlig in Chlorid verwandelt sind.

Der jetzt verschaffte sich das Chlorkiesel auf bequeme Weise. Das Chlor und die Kohle, jedes für sich allein wirkt nicht auf die Kieselerde; beide vereinigt, erzeugen dagegen Chlorkiesel und Kohlenoxyd, wenn die Temperatur bis zur Glühhitze steigt. Man bringt ein Gemenge aus Kieselerde und frisch ausgeglühter Kohle in eine Porzellanröhre, in welcher ein Vorstoß und ein mit Eis umgebener tubulirter Ballon befestigt sind. In der Tubulirung des Ballons

ist eine gerade Röhre eingesetzt, welche bestimmt ist, das überschüssige Chlor und das Kohlenoxyd entweichen zu lassen. Man leitet trockenes Chlor in die Porzellanröhre, erhitzt sie bis zum Glühen, wobei dann das Experiment ohne weiteren Zuthun seinen Gang geht. Das Chlorkiesel verdichtet sich in dem Ballon, und das Kohlenoxyd entweicht als Gas durch die Röhre.

Das so bereitete Chlorkiesel ist immer mit einer bestimmten Menge Chlor verunreinigt; man entfernt letzteres, indem man es zugleich mit etwas Quecksilber, das recht trocken ist, in eine kleine Retorte bringt, einige Augenblicke umschüttelt und dann destillirt. Das überschüssige Chlor wird durch dieses Metall absorbirt, es bildet sich Chlorquecksilber in Minimum, welches in der Retorte bleibt, während reines Chlorkiesel sich entbindet.

Schwefelkiesel.

(Sulfure de Silicium.)

413. Es ist weiß, wenig oder gar nicht flüchtig, von erdigem Ansehen; es riecht nach Schwefelwasserstoffsäure. Durch die Hitze allein wird es nicht zersetzt, wohl aber durch die Berührung mit der Luft; es verwandelt sich alsdann in Kieselerde und schweflichte Säure.

Das Wasser zersetzt es und verwandelt es rasch in Schwefelwasserstoffsäure und in Kieselerde. Letztere löst sich in Wasser auf und zwar so reichlich, daß die Flüssigkeit schon durch eine geringe Abdampfung eine gallertartige Consistenz bekommt; versucht man sie zur Trockne abzubampfen, so läßt sie Kieselerde als eine durchsichtige, zersprungene Masse, dem Gummi oder Firniß ähnlich, zurück.

Die Zusammensetzung des Schwefelkiesels geht klar aus seiner Wirkung auf das Wasser hervor. Es muß aus 1 At. Kiesel und 1 At. Schwefel bestehen.

Was seine Bereitung betrifft, so ist diese sehr einfach weil man nur das Wasserstoffkiesel in Schwefeldampf bis zum Glühen zu erhitzen braucht. Selten erhält man es jedoch rein, indem gewöhnlich noch überschüssiges Kiesel beigemengt

14. Das Kiesel wird vom Schwefel nicht angegriffen, man muß daher durchaus Wasserstoffkiesel hierzu anwenden.

Kieselsäure.

Synonyme. Kieselerde, Siliciumoxyd. Lat. *Acidum silicicum*, *Silicia*. Franz. *Acide silicique*, *Silice*.)

414. Eigenschaften. Die Kieselsäure ist farb- und geruchlos. In fester Masse ist sie durchsichtig, und als Pulver vollkommen weiß; sie ist weder schmelzbar noch flüchtig; aber wenn man sie der Einwirkung eines Gebläses von Wasserstoff und Sauerstoffgas aussetzt, schmilzt sie zu einem farblosen Glas. Sie ist im Wasser durchaus unlöslich, wenn sie bis zum Glühen erhitzt wurde; aber als Hydrat löst sie sich leicht auf; sie wirkt wenig oder nicht auf Pflanzenfarben; aber ihre Wirkung auf die basischen Körper läßt keinen Zweifel über ihre Natur als Säure; ihre Dichtigkeit ist gleich 2,652.

Wenige Körper sind im Stande die Kieselerde zu verändern; um sie zu zersetzen, muß man ihr zu gleicher Zeit einen Körper darbieten, welcher fähig ist, sich mit ihrem Sauerstoff zu verbinden, während zugleich ein anderer vorhanden seyn muß, der sich mit dem Silicium verbinden kann. Auf diese Weise wirken Chlor und Kohle verbunden (412): es bildet sich Kohlenoxyd und Chlorkiesel; auf dieselbe Art verhält sich auch die Fluorwasserstoffsäure: es bildet sich Wasser und Fluorkiesel (410); eben so wirkt auch das Kalium auf die Kieselerde; es zersetzt dieselbe, indem zu gleicher Zeit sich Kaliumoxyd und Kieselkalium bilden. Endlich das Eisen, das Platin, mit Kohle vereinigt, können ebenfalls bei hoher Temperatur die Kieselerde zersetzen. Es bildet sich Kohlenoxyd und Kieseisen oder Kieselplatin.

415. Bereitung. Diese gründet sich auf die saure Natur der Kieselerde: man nimmt Kieselsand, mengt ihn mit dem 8 oder 10 fachen seines Gewichts kohlensaurem Natron, thut das Gemenge in einen irdenen oder platinenen Schmelztiegel und erhitzt denselben zum Glühen, bis das Gemenge vollkom-

men geschmolzen ist. Die Kiesel-erde treibt die Kohlensäure aus, nimmt ihre Stelle ein und bildet kiesel-saures, in Wasser lösliches Natron, welches mit dem Ueberschuß des kohlensau- ren Natrons gemengt bleibt. Ist die Masse erkaltet, so pul- vert man sie, behandelt sie mit siedendem Wasser, welches dieselbe auflöst und fügt einen Ueberschuß an Chlornasserstoffsäure hinzu. Es bildet sich auflöslliches Chlornatrium, die Kohlensäure des kohlensauren Salzes entweicht und die Kie- selerde schlägt sich wenigstens theilweise nieder; um aber we- niger davon zu verlieren und die Auflösung durchs Wasser zu verhindern, muß man das Produkt zur Trodne abdam- pfen. Man befeuchtet hierauf den Rückstand mit konzentrir- ter Chlornasserstoffsäure und überläßt ihn einige Stunden lang sich selbst. Hierauf gießt man Wasser hinzu, filtrirt und wäscht; die Kiesel-erde bleibt rein, sehr weiß und leicht zurück.

Der Zusatz von Chlornasserstoffsäure hat zum Zweck, einige Portionen vom Eisenoxyd, welche sich während der Abdampfung von der anfänglich angewendeten Chlornasser- stoffsäure getrennt und niedergeschlagen haben, wieder auf- zulösen. Die Abdampfung geschieht, um die Kiesel-erde zu entwässern, damit sie im Wasser unauflösllich werde.

Zusammensetzung. Die Kiesel-erde wird gebildet aus:

| | | | | |
|-------------------|---|-------|------|--------|
| 1 At. Kiesel | = | 92,6 | oder | 48,08 |
| 1 At. Sauerstoff | = | 100,0 | | 51,92 |
| 1 At. Kiesel-erde | = | 192,6 | | 100,00 |

415. Benützung. Die mancherlei Arten der Anwen- dung der Kiesel-erde sind wichtig und zahlreich. Die reine Kiesel-erde liefert verschiedene von dem Juwelier geschätzte Steine; sie bildet die Glintensteine; als Sand wird sie zur Bereitung des Mörtels; so wie zu allen Töpferwaaren angewendet; sie macht einen wesentlichen Bestandtheil der meisten Thonarten, der hydraulischen Kasse und fast aller harten Steine aus, welche die Erdoberfläche bedecken und deren Festigkeit und Härte sie vorzüglich bedingt; sie bildet die Grundlage des Glases, daher gaben ihr auch die alten Chemiker den Namen vergläsbare Erde; eben so bildet sie

einen Hauptbestandtheil der Smalten, der künstlichen Edelsteine ic. Außerst nützlich ist die Kieselersde ferner bei der Gewinnung des Eisens und Kupfers aus den Minern dieser Metalle, so wie überhaupt bei vielen metallurgischen Arbeiten. In allen diesen Beziehungen verdient die Kieselersde eine aufmerksame Untersuchung.

417. Natürliches Vorkommen. Unsere Angaben über die Kiesel-erde würden unvollständig seyn, wenn wir nicht hier einige Details über die verschiedenen Arten derselben, welche in der Natur vorkommen und über den unmittelbaren Gebrauch dieses Materials hinzufügen würden. Man kann die Hauptvarietät der Kiesel-erde in zwei Abtheilungen bringen, Quarz begreift alle Varietäten, die in der Gluthitze ihre Dichtigkeit (silex) dagegen alle diejenigen, indem sie wahrscheinlich etw. ver- loren. Es ist je- mehr zu machen und die- gen der Kiesel-erde in- nämlich: Quarz, ein- (silex me- li- re), Opal und Sandstein. Diese Unterscheidung ist noth- wendig, man mag die chemische Geschichte der Kiesel-erde oder das geognostische Verhältniß derselben im Auge haben, oder selbst wenn man nur die technische Anwendung dieser Naturprodukte berücksichtigt.

418. Quarz. Der Quarz begreift alle Varietäten der Kiesel Erde unter sich, welche krystallisirt oder krystallinisch vorkommen, durchsichtig sind und dieß auch in der Glühhitze bleiben.

Bis jetzt konnte man noch kein Mittel finden, um die künstliche Krystallisation der Kieselerde zu bewirken. Die Natur dagegen bietet uns diesen Körper an vielen Orten in gewöhnlich sehr reinen und zuweilen sehr großen Krystallen dar. Die gewöhnlichste Form dieser Krystalle besteht in einem sechsseitigen Prisma, welches sich in einer sechsseitigen Pyramide endigt. Das spez. Gewicht der Quarzvarietäten ist von 2,65 bis 2,58. Sie bestehen im Allgemeinen aus rei-

ner Kieselersde, aber man findet zuweilen auch Spuren von Thonerde so wie auch färbende Oxyde in sehr kleiner Menge darin.

Der Quarz giebt am Stahl Feuer; er ritzt Glas und selbst Stahl. Ist er krystallisirt und farblos, so erhält er den Namen Bergkrystall.

Man findet in den Gebirgen der Schweiz, Savoyens und Madagascar Quarzkrystalle von vollkommener Durchsichtigkeit und so großem Volum, daß man sie zu verschiedenen Zwecken benützen kann. Man schleift diese Krystalle, um Schmucksachen und optische Instrumente daraus zu verfertigen. Auch macht man gewöhnliche Brillengläser daraus, welche den großen Vortheil haben, daß sie nicht durch Reiben abgenützt werden, so daß die Oberfläche nach vieljährigem Gebrauche ebenso glatt und glänzend ist, als anfangs. Man weiß, daß die gewöhnlichen Gläser dagegen den Nachtheil haben, bald ihre Politur zu verlieren, wegen der wiederholten Reibungen, wenn man sie aus dem Futteral nimmt, oder wieder hineinsteckt.

Folgendes ist die Analyse eines Bergkrystalls und eines Stückes nicht krystallisirten Quarzes nach Bucholz.

| | Bergkrystall | Quarz |
|-----------------------|-----------------|--------------|
| Kieselersde | 99,37 | 97,75 |
| Thonerde | 0,63 | 0,50 |
| Wasser | 0,00 | 1,00 |
| Verlust | 0,00 | 0,75 |
| | <hr/> 100,00 | <hr/> 100,00 |

419. Ist der Quarz gefärbt und seine Farbe rein, so wird er zu Bijouteriewaaren benützt, die jedoch niemals hoch im Preise stehen. Von Brasilien kommt eine außerordentliche Menge gefärbter Quarze von verschiedenen Nuancen in den Handel. Man giebt ihnen den Namen der Edelsteine, denen sie ähnlich sind. Sie haben wenig Werth, da man sie alle durch künstliche Edelsteine nachahmen kann und ihr Glanz niemals sehr groß ist. Wir wollen hier nur die Varietäten nach den Hauptfarben auführen.

Man findet in Käruthen eine Varietät des Quarzes von hellgelber Farbe, welche im Handel unter dem Namen

falscher Topas, böhmischer Topas, orientalischer Topas bekannt ist. Er ist von Eisenoryd gefärbt.

Man nennt einen sehr schön rosenfarbenen Quarz, der sich bei Rabenstein in Bayern, aber auch in Finnland und bei Cork in Irland findet böhmischen oder schlesischen Rubin. Seine Färbung wird dem Manganoryd zugeschrieben. Es bleibt jedoch zweifelhaft, ob dieß Dryd diese Farbensiancen wirklich hervorbringen kann.

Der Amethyst ist ebenfalls nur eine Quarzvarietät von violetter Farbe, welche von etwas Manganoryd verdankt. Er findet sich vorzüglich in den Uralischen Gebirgen in C. und zu Oberstein, wo er mit den Achaten zugleich findet häufig hohle Kugeln (Geoden), aus Achat besetzt und die innen mit Achat ausgekleidet sind. Diese Quarzvarietät hat einen bedeutenden Werth, weil sie eine schöne Farbe schön ist.

Rose lieferte folgen

Amethyst's:

| | |
|------------|--------------|
| Rieselerde | 97,50 |
| Thonerde | 0,25 |
| Eisenoryd | 0,50 |
| Manganoryd | 0,25 |
| Verlust | 1,50 |
| | <hr/> 100,00 |

Endlich bezeichnet man mit dem Namen Rauchtopas oder Rauchquarz eine sehr gewöhnliche Varietät, deren Farbe mehr oder minder dunkelbraun und deren Durchsichtigkeit übrigens vollkommen ist. Die Farbe scheint von der Gegenwart eines organischen Stoffs herzurühren.

420. Der Quarz zeigt noch viele andre Erscheinungen, welche wir nothwendiger Weise erwähnen müssen: oft sind seine Krystalle schwarz; zuweilen haben sie ein fettiges Ansehen, einen fettigen Bruch, als ob sie mit Öl getränkt oder gerieben worden wären. Man findet auch grüne, milchweiße Krystalle; auch giebt es deren, welche ein sehr hübsches Aussehen haben, indem sie fremde Körper einschließen oder im Innern Risse oder ein trübes Aussehen haben.

Nicht selten findet man in großen Quarzkrystallen goldgelbe, zuweilen sehr lange Fäden. Diese sind fast immer nadelförmige Krystalle von Titanoryd, welche in den Krystall im Augenblick seiner Bildung eingeschlossen worden zu seyn scheinen.

Oft zeigen auch die Quarzkrystalle eine Menge kleiner Blasen; sie befinden sich fast immer auf einer Fläche und enthalten Wasser, oder eine öhlige Substanz, oder auch ein Gas, welches Davy für sehr ausgedehnten Stickstoff erkannt hat, als wenn derselbe eingeschlossen worden wäre, während die ganze Masse sich in sehr hoher Temperatur befand.

Endlich finden sich auch zuweilen im Quarz eine Menge Glimmerblättchen eingeschlossen. Diese Varietät heißt im Handel *Avanturin*, ein Name, den man übrigens allen Krystallen von ähnlicher Beschaffenheit giebt. Der Farbenschimmer, welcher von dem Reflex der Oberfläche dieser Glimmerblättchen herrührt, gewährt einen äußerst angenehmen Anblick. Man kam so weit, daß man es vollkommen nachahmen konnte, indem man nämlich kleine blätterige Krystalle in eine durchsichtige Paste einschloß (vergleiche: Künstliche Edelsteine).

421. Der krystallisirte Quarz stellt sich unter so mannigfaltigen Farben dar, daß man schon hieraus schließen kann, daß er nicht selten ist. Die Kieselserde findet sich auch in der That in der Gestalt des Quarzes als wesentlicher Bestandtheil fast in allen Gebirgsarten der ältesten Formation zugleich mit Feldspath, Glimmer, Hornblende etc. Der Quarz kommt auch zuweilen, jedoch ziemlich selten in großen Massen, für sich vor; in diesem Fall bildet er fast immer Gänge im Urgebirge. Die Gänge sind häufig taub, oft aber führen sie auch Erze.

422. *Achat*. Die unter diesem Namen bekannten Steine bestehen fast ganz aus Kieselserde und enthalten nur Spuren von fremden Stoffen, welche ihnen lebhaftere, glänzende und sehr mannigfaltige Farben mittheilen. Die Masse der Achate ist ausnehmend fein, der Bruch wachsgartig, splitterig oder glässig. Sie nehmen eine sehr schöne Politur an, werden im

Feuer weiß und besitzen niemals eine so vollkommene Durchsichtigkeit, wie Glas oder Quarz.

Ihr Gebrauch ist mannigfaltig: bald werden sie von den Juwelieren verarbeitet, bald dienen sie zur Verfertigung von Glattinstrumenten oder Mörsern, die ihrer Härte wegen sehr geschätzt sind. Auch Petschaste, Salzbuchsen, Messerhefte, Knöpfe u. s. w. macht man davon.

Die Achate bestehen gewöhnlich aus konzentrischen Schichten, die mannigfaltig gebogen, aber unter sich parallel sind. Diese Schichten haben im Allgemeinen sehr reine und angenehme Farben. Zuweilen finden sich jedoch zufällige, fremde Stoffe beigemengt, welche im Innern ein bunt geflecktes Ansehen erzeugen; man heißt diese gefleckte Achate. Baumachate oder Moosachate heißt man diejenigen, in deren Innern braune, schwarze, grüne oder grünlichte Zeichnungen sich befinden, welche entweder Gesträuchen oder Conversenfadern ahneln. Die Ähnlichkeit ist zuweilen so bedeutend, daß man öfters darin wahre Moose oder Conversenfadern zu erkennen glaubte, welche in die Masse des Achates zur Zeit seiner Bildung eingeschlossen wurden; dieß scheint aber ein Irrthum zu seyn, und die grüne Farbe von der Gegenwart einiger Metalloxyde herzuführen. Was die Form dieser Dendriten betrifft, so hat dieselbe nichts Außergewöhnliches und findet sich auch in andern ähnlichen Verhältnissen.

In Bezug auf die Farbe zeigen die Achate große Verschiedenheit; sie werden im Handel in mehrere Unterabtheilungen, unter verschiedenen Namen, aufgefahrt. Sie sind blutroth (Karneol), orangegelb (Sarder), dunkelgrün mit rothen Flecken (Heliotrop), apfelgrün (Chrysopras), milchweiß, zuweilen mit verschiedenen Nuancen (Kalzedon), fast undurchsichtig milchweiß (Kascholong). Der Kascholong und Kalzedon bestehen aus reiner Kieselerde; der Chrysopras ist von Nickeloryd gefärbt, der Heliotrop von Eisenorydul und der Karneol und Sarder von Eisenoryd.

425. Die Höhlungen, wo sich die Achate bildeten, werden nicht immer von der Masse ausgefüllt. Das Innere ist oft leer, und in diesem Fall findet man an der innern

Oberfläche Krystalle von verschiedener Art. Diese hohlen Kugeln heißen Kugelachate (géodes); sie sind manchmal mit Wasser angefüllt.

Die äußere Beschaffenheit sowohl als die innere Masse der Achate beweisen hinreichend, daß die Kieselerde, welche sie bildet, ursprünglich in gallertartigem Zustand sich befand, wie dieß Alex. Brongniart behauptet. Man findet diese Behauptung bestätigt, wenn man berücksichtigt, daß an Orte des Vorkommens die unteren Schichten der Achate breiter und dicker sind als die obern, was beweist, daß die anfänglich halbflüssige Masse den Gesetzen der Schwere gehorcht hat.

Die Naturforscher vermutheten bisher, daß diese Kieselerde in Gallertform in die Höhlungen, welche Achat enthalten, durch einen kleinen obern oder seitlichen Kanal gedrungen wären, gegen welchen alle Schichten convergiren und den man oft in den sorgfältig gesammelten Exemplaren nachweisen kann; sie konnten sich jedoch die Schwierigkeiten einer solchen Hypothese selbst nicht verhehlen. Wie hatte eigentlich die so weiße Kieselerde, um an den bestimmten Punkt zu gelangen, die von so vielen pulverigen Stoffen verunreinigten Schichten durchdringen können? Wie hätte sie in diese Höhlungen kommen können, ohne Spuren ihres Durchganges in den Felspalten zurück zu lassen? Wie hätten endlich besonders die Höhlungen der Achate selbst die aus verschiedenen Stoffen gebildeten Krystalle bekommen können, welche man so oft darin findet?

Diese Schwierigkeiten und auch viele andere, welche wir nicht anführen wollen, scheinen uns völlig gehoben, wenn man annimmt, daß die Höhlung, welche die Achate einschließt, vorher von Massen angefüllt war, die z. B. dem Schwefeltiesel analog gewesen sind. Wenn das Wasser in die Höhlung gelangen konnte; so wurde das Schwefeltiesel in Schwefelwasserstoffsäure verwandelt, welche entwich und in Kieselerde, welche als Gallertartige Masse zurückblieb, sich und nach verhärtete und zu Achat wurde. Auch die Bildung der konzentrischen Schichten ist leicht zu begreifen, das Wasser mag nur durch ein kleines seitliches Loch, oder

von allen Seiten durch die Form des Felsen haben eindringen können, wenn dieses Eindringen nur von Zeit zu Zeit geschah. Auch die Färbung ist leicht begreiflich, denn das Wasser fuhrte Metalloryde mit sich, die sich in den benachbarten Schichten fanden. So wird der vom Nickeloryd grün gefärbte Chrysopras immer von einem grünen erdigen Stoff begleitet, der seine grüne Farbe ebenfalls diesem Dryd verdankt.

Was die Krystalle betrifft, welche den Achat begleiten, so muß man annehmen, als seyen sie theils vor seiner Bildung und gleichzeitig mit dem Schwefelskiesel entstanden, oder auch später erst gebildet, je nach ihrer Natur und den Verhältnissen gemäß, unter welchen sie vorkommen.

424. Man findet an vielen Orten Achat; der Hauptort aber, wo derselbe geschliffen wird, ist jedoch seit langer Zeit Oberstein in Rheinbayern. Man findet viele Achate in der nächsten Umgebung dieser Stadt sowohl, als im Ranton Grumbach und dem Moseldépartement, von wo seit langer Zeit die Achate dahin geliefert werden.

Man färbt die Achate künstlich, indem man sie zuerst mit heißem Öl tränkt und sie dann, wohl abgewischt, in heiße, konzentrirte Schwefelsäure taucht. Die in den Stein gebrungene Portion Öl reagirt gegen die Säure, verkohlt sich und nimmt eine braune oder schwarze Farbe an.

Man versuchte sie grün und violett mittelst Kupfer- und Goldauflösungen zu färben, aber die Farben werden schwach und ungleich.

Man könnte sich der doppelten Zersetzung bedienen, den Achat mit einem Eisensalz imprägniren und in Cyankalium und Cyan Eisen tauchen, um die blaue Farbe z. B. ein Berlinerblau hervorzubringen. Eben so könnte man mit Chlorsilber eine dunkelviolette, mit Cyankupfer eine Kupferfarbe erhalten etc.

Erhitzt man die Karneole vorsichtig, so erhöht sich die Farbe: man muß dieß aber in einem Sandbad thun, um die nöthige Temperatur nicht zu überschreiten. Es ist wahrscheinlich, daß dadurch kleine Anthelle von Eisenorydhydrat, das eine gelbe Farbe hat, zerstört werden und in rothes

Oberfläche Krystalle von verschiedener Art. Diese hohlen Kugeln heißen *Kugelachate* (*géodes*); sie sind manchmal mit Wasser angefüllt.

Die äußere Beschaffenheit sowohl als die innere Masse der *Achate* beweisen hinreichend, daß die Kiesel Erde, welche sie bildet, ursprünglich in gallertartigem Zustand sich befand, wie dieß *Alex. Brongniart* behauptet. Man findet diese Behauptung bestätigt, wenn man berücksichtigt, daß am Orte des Vorkommens die unteren Schichten der *Achate* breiter und dicker sind als die obern, was beweist, daß die anfänglich halbflüssige Masse den Gesetzen der Schwere gehorcht hat.

Die Naturforscher vermutheten bisher, daß diese Kiesel Erde in Gallertform in die Höhlungen, welche *Achat* enthalten, durch einen kleinen obern oder seitlichen Kanal gedrungen wären, gegen welchen alle Schichten convergiren und den man oft in den sorgfältig gesammelten Exemplaren nachweisen kann; sie konnten sich jedoch die Schwierigkeiten einer solchen Hypothese selbst nicht verhehlen. Wie hatte eigentlich die so weiße Kiesel Erde, um an den bestimmten Punkt zu gelangen, die von so vielen pulverigen Stoffen verunreinigten Schichten durchdringen können? Wie hätte sie in diese Höhlungen kommen können, ohne Spuren ihres Durchganges in den Felspalten zurück zu lassen? Wie hätten endlich besonders die Höhlungen der *Achate* selbst die aus verschiedenen Stoffen gebildeten Krystalle bekommen können, welche man so oft darin findet?

Diese Schwierigkeiten und auch viele andere, welche wir nicht anführen wollen, scheinen uns völlig gehoben, wenn man annimmt, daß die Höhlung, welche die *Achate* einschließt, vorher von Massen angefüllt war, die z. B. dem Schwefelkiesel analog gewesen sind. Wenn das Wasser in die Höhlung gelangen konnte, so wurde das Schwefelkiesel i. Schwefelwasserstoffsäure verwandelt, welche entwich und in Kiesel Erde, welche als Gallertartige Masse zurückblieb, allmählich nach verhärtete und zu *Achat* wurde. Auch die Bildung der konzentrischen Schichten ist leicht zu begreifen, das Wasser mag nur durch ein kleines seitliches Loch, oder

von allen Seiten durch die Form des Felsen haben eindringen können, wenn dieses Eindringen nur von Zeit zu Zeit geschah. Auch die Färbung ist leicht begreiflich, denn das Wasser führte Metallerde mit sich, die sich in den benachbarten Schichten fanden. So wird der vom Nickeloryd grün gefarbte Chrysopras immer von einem grünen erdigen Stoff begleitet, der seine grüne Farbe ebenfalls diesem Dryd verdankt.

Was die Krystalle betrifft, welche den Achat begleiten, so muß man annehmen, als seien sie theils vor seiner Bildung und gleichzeitig mit dem Schwefelsäure entstanden, oder auch später erst gebildet, je nach ihrer Natur und den Verhältnissen gemäß, unter welchen sie vorkommen.

424. Man findet an vielen Orten Achat; der Hauptort aber, wo derselbe geschliffen wird, ist jedoch seit langer Zeit Oberstein in Rheinbayern. Man findet viele Achate in der nächsten Umgebung dieser Stadt sowohl, als im Kanton Grumbach und dem Moseldepartement, von wo seit langer Zeit die Achate dahin geliefert werden.

Man färbt die Achate künstlich, indem man sie zuerst mit heißem Öl tränkt und sie dann, wohl abgewischt, in heiße, concentrirte Schwefelsäure taucht. Die in den Stein gedrungene Portion Öl reagirt gegen die Säure, verkohlt sich und nimmt eine braune oder schwarze Farbe an.

Man versuchte sie grün und violett mittelst Kupfer- und Goldauflösungen zu färben, aber die Farben werden schwach und ungleich.

Man könnte sich der doppelten Färbung bedienen, den Achat mit einem Eisensalz imprägniren und in Cyankalium und Cyaneisen tauchen, um die blaue Farbe z. B. ein Berlinerblau hervorzubringen. Eben so könnte man mit Chlorsilber eine dunkelviolette, mit Cyankupfer eine Kupferfarbe erhalten etc.

Erhitzt man die Karneole vorsichtig, so erhöht sich die Farbe: man muß dieß aber in einem Sandbad thun, um die nöthige Temperatur nicht zu überschreiten. Es ist wahrscheinlich, daß dadurch kleine Antheile von Eisenorydhydrat, das eine gelbe Farbe hat, zerstört werden und in rothes

wasserfreies Dryb übergehen; man muß aber verhüten, daß die Temperatur zu hoch steigt, sonst könnte sich auch das mit der Kiesel Erde verbundene Wasser verflüchtigen.

Man giebt dem Karneol auf seiner Oberfläche eine weiße Farbe, indem man ihn mit einem Überzug vom kohlensaurem Natron bedeckt und den Stein in einer Muffel erhitzt. Es bildet sich milchweißes Natronsuperphosphat, das so hart ist als der Achat selbst.

Hier folgen die Resultate der Analyse einiger Achate:

| | Kalcedon | Karneol | Chrysopras |
|-------------------|------------|-------------|------------|
| Kiesel Erde . . . | 99,0 . . . | 94,00 . . . | 96,16 |
| Thonerde . . . | 0,0 . . . | 3,50 . . . | 0,08 |
| Kalk . . . | 0,0 . . . | 0,00 . . . | 0,83 |
| Eisenoxyd . . . | 0,0 . . . | 0,75 . . . | 0,08 |
| Nickeloxyd . . . | 0,0 . . . | 0,00 . . . | 1,00 |
| Wasser . . . | 1,0 . . . | 1,75 . . . | 1,85 |
| | 100,0 | 100,00 | 100,00 |

425. Opal. Die weiter unten angeführten Analysen zeigen, daß der Opal ein wahres Kiesel Erdehydrat ist. Der Antheil Wasser ist veränderlich, aber im Verhältniß zu den andern Kiesel Erdevarietäten immer sehr groß.

Die Opale zeigen rücksichtlich der Feinheit ihres Kornes zweierlei Varietäten, wovon die eine mit den Achaten, die andre mit den eigentlichen Feuersteinen übereinstimmt. Ihre Dichtigkeit ist nicht beständig dieselbe und wechselt von 2,0 zu 2,5. Die Gegenwart des Wassers in den Opalen vermindert ihre natürliche Härte um Vieles. Ob sie gleich hauptsächlich aus Kiesel Erde bestehen, so geben sie doch am Stahle keine Funken und sind leicht zerspringbar. Sie haben einen Harz- oder Wachsglanz. Am Feuer werden sie weiß und undurchsichtig. Man kennt den Opal nicht in krystallisirtem Zustand; doch könnte solcher wohl auch vorkommen. Gelänge es die Kiesel Erde künstlich zur Krystallisation zu bringen, so würde man wahrscheinlich auch Opalkrystalle machen können.

Die Hauptvarietät heißt edler Opal oder uneigentlich orientalischer Opal. Sie findet sich besonders in Egernewiza in Oberungarn. Sie ist von hellweißer und blaulich

der Farbe und zeigt, in verschiedener Richtung betrachtet, lebhaftere Regenbogenfarben; eine Eigenschaft, die von den zahlreichen Sprüngen herrührt, welche sie sehr zerbrechlich machen.

Gemeiner Opal heißt derjenige, welcher keine Regenbogenfarben zeigt.

Hydrophane nennt man diejenigen Opalvarietäten, welche ins Wasser getaucht, durchsichtig werden. Sie kleben an der Zunge, da sie sehr begierig nach Wasser sind.

Alle diese Varietäten findet man an denselben Orten, wo der Kalcedon vorkommt. Sie scheinen sich zuweilen in diesen letztern umzuwandeln und verlieren das Wasser.

Folgende Opalanalysen sind von Klaproth.

| | Edler Opal. | Gemeiner Opal. | Feueropal. | Hydrophan. |
|------------------|-------------|----------------|------------|------------|
| Kieselerde . . . | 90,0 | 92,00 | 93,12 | |
| Thonerde . . . | — | — | 1,63 | |
| Eisenoxyd . . . | 0,0 | 0,25 | 0,00 | |
| Wasser . . . | 10,0 | 7,75 | 5,25 | |
| | 100,0 | 100,00 | 100,00 | |

426. Im Menilith findet sich ein Opal, welches man Menilith nennt. Er unterscheidet sich von den eigentlichen Opalen durch einen matten Bruch und ein blätteriges Gefüge. Der Menilith ist braun und findet sich in Nieren in einem Thon, welcher gleichfalls größtentheils aus Kieselerde und Wasser besteht.

Nach Klaproth's Analyse besteht der Menilith aus:

| | |
|--------------------------------|--------|
| Kieselerde | 85,50 |
| Thonerde | 1,00 |
| Eisenoxyd | 0,50 |
| Kalk | 0,50 |
| Wasser und organische Produkte | 11,00 |
| Verlust | 1,50 |
| | 100,00 |

427. Feuerstein. Diese Varietät der Kieselerde wird zu Feuersteinen gebraucht. Auch zur Masse, woraus manche Löpferwaaren verfertigt werden, nimmt man sie, nachdem sie, durch besonders dazu gebaute Mühlen, fein gepulvert worden sind.

Der Feuerstein findet sich in unregelmäßigen Nieren oder in unterbrochenen Bänken in den horizontalen Schichten der Flözgebirge, besonders der Kreide, zuweilen im dichtesten Kalk; sein Bruch ist vollkommen muschelig, bald glatt, bald matt; sein Korn ist nicht so fein als das des Acharas; seine Farbe wechselt vom Grauschwarzen bis ins Blaugelbe. In dünnen Splintern ist er durchsichtig, doch immer trübe; seine Dichtigkeit ist 2,60; er wird durchs Feuer weiß; dann undurchsichtig, zerbrechlich und sehr zerreiblich.

Die Feuersteine, wie sie aus den Steinbrüchen kommen; sind fast immer mit einer mehr oder minder dicken, weißlichen, zerreiblichen und pulverigen Kruste bedeckt: dieß ist verwitterte Kieselserde. Nach einiger Zeit bekommen oft die frischen Bruchflächen eine ähnliche Beschaffenheit. Frisch sind sie mit einer Feuchtigkeit imprägnirt, welche außen an den Sprüngen in Tröpfchen hervordringt; nach kurzer Zeit entzieht ihnen jedoch die Luft alles Wasser oder es bleibt nur noch eine geringe Menge zurück.

Die Masse des Feuersteins ist nicht immer homogen; man findet oft Knoten und weiße Flecken, die vollkommen undurchsichtig sind. Diese fehlerhafte Beschaffenheit macht, daß solche Feuersteine nicht zu Flintensteinen zu gebrauchen sind, da sie zu schwer zu theilen sind. Diese Flecken rühren übrigens von einer Verschiedenheit der Zusammensetzung her, welche auch in den Töpferwaaren einen nachtheiligen Einfluß haben können. In dieser Hinsicht sind die Analysen von Bauquelin beachtenswerth.

| | Vollkommener
Feuerstein. | Weißliche
Theile. | Undurchsichtige
Theile. | Äußere
Kruste. |
|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------|
| Kieselserde | 97 | 98 | 97 | 86,4 |
| Kohlensaurer Kalk | 0 | 2 | 5 | 9,9 |
| Thonerde oder Eisenoxyd | 1 | 1 | 1 | 1,2 |
| Wasser | 2 | 0 | 0 | 2,5 |
| | 100 | 101 | 103 | 100,0 |

428. Bei der Verfertigung der Flintensteine unterscheidet man zweierlei Sorten von Feuersteinen. Die erste (cailloux francs) läßt sich schlagen, dagegen letztere (cailloux grainés) gar nicht oder nur mit Verlust von Zeit und Ar-

zeit. Die ersten haben eine fast kugelförmige Gestalt; von Gewicht sind sie sehr ungleich, indem dieß von zwei bis zu zwanzig Pfund varürt; ihre Masse hat ein fettiges, etwas glänzendes Aussehen und ein sehr feines Korn. Die Farbe ist verschieden, immer aber im ganzen Stein gleichförmig. Der Bruch muß glatt, gleichförmig und leicht konvex oder konkav (auswärtig) seyn; dieß ist das wesentliche Kennzeichen der guten Steine. Zur zweiten Art Feuersteine gehören diejenigen, welche zu lange an der Luft blieben und ihre natürliche Feuchtigkeit verloren haben, ohne welche man sie nicht schlagen kann oder auch diejenigen, welche weiße Flocken oder unendlich Hohlungen haben, oder endlich diejenigen, deren Gestalt allzu unregelmäßig ist; man wirft sie als unnutz weg. Zu diesen von Dolomieu entlehnten Details (Ann. des mines t. VI. p. 693) fügen wir diejenigen, welche er über das Schlagen der Flintensteine giebt.

Die nothigen Werkzeuge zu dieser Arbeit sind: 1) ein kleiner eiserner Schlagel 1 bis 2 Pfund schwer, mit einem Stiel von 7 bis 8 Zoll (pl. 12. fig. 9); 2) ein doppeltgespißter Hammer aus gut gehartetem Stahl, zwischen 10 und 20 Unzen schwer, mit einem sieben Zoll langen Stiel versehen (pl. 12. fig. 10); 3) ein Werkzeug (roulette genannt), ebenfalls aus gut gehartetem Stahl von 12 Unzen Gewicht, mit einem 6 Zoll langen Stiel (pl. 12. fig. 11); 4) ein Meißel, der wie ein Tüchler-Stemmeisen auf beiden Seiten zugescharft ist; er muß 8 Zoll lang, 2 Zoll breit und aus ungehartetem Stahl seyn. Man schlägt ihn 2 bis 3 Zoll tief in einen Holzblock ein (pl. 12. fig. 12), der dem Arbeiter als Werkbisch dient.

Nachdem man eine gute Feuersteinmasse ausgewählt hat, kann man die ganze Operation in 4 Abschnitte einteilen.

Um die Masse zu zerschlagen, setzt der auf der Erde sitzende Arbeiter den Stein auf seine linken Schenkel und giebt mit dem eisernen Schlagel kurze Schläge darauf, um ihn in pfund- oder halbpfundschwere Stücken mit breiten Oberflächen und fast glatten Bruchflächen zu theilen; dabei muß man sich hüten, den Stein nicht durch zu scharfe oder zu starke Schläge zu zerfaltern.

Die Hauptkunst bleibt immer den Stein gut zu spalten, das heißt, Splitter abzuschlagen von gehöriger Größe, Dide und Gestalt, um Flintensteine daraus zu machen: dieß fordert die meiste Geschicklichkeit und die sicherste Hand. Der Stein springt nicht etwa in einer gewissen Richtung, sondern splittert nach allen Richtungen auf gleiche Weise. Der Arbeiter hält das Stück Stein in seiner linken Hand frei, ohne sich aufzustützen; er schlägt mit dem Hammer gegen den Rand der großen Flächen, die durch die ersten Absprünge entstanden sind, so daß dadurch die weiße Rinde des Steins splitterweise abspringt und der Feuerstein selbst bloß liegt, wie es die Figur 13. zeigt; dann fährt er fort andre Splitter abzuschlagen, da wo der Stein rein ist. Diese Splitter sind ohngefahr anderthalb Zoll breit, dritthalb Zoll lang und in der Mitte zwei Linien dick. Unten sind sie etwas konver und lassen folglich an dem Ort, den sie vorher einnahmen, eine leichte Höhlung zurück, welche der Länge nach durch zwei etwas vorspringende, fast gerade Linien eingefast sind (Fig. 14). Diese Art von Ranten, welche von dem Abspringen der ersten Splitter herrühren, finden sich dann ungefahr in der Mitte der später weggeschlagenen Splitter und nur solche Splitter allein, an denen sich diese Linien befinden, können zu Flintensteinen dienen.

Man fährt nun fort den Stein in verschiedenen Richtungen zu spalten oder zu splintern, bis die Masse des Steins so beschaffen ist, daß man die erforderlichen Bruchstücke nicht mehr erhalten kann, oder bis das Stück so klein geworden ist, daß man die zum Abspringen der Flintensteine nothwendigen Schläge nicht mehr machen kann.

Man unterscheidet am Flintenstein fünf Theile (Fig. 15), 1) die Schärfe oder der Theil, welcher zugespitzt ansläuft und auf die Batterie schlägt. Die Schärfe muß zwei bis drei Linien breit seyn; ist sie breiter, so ist sie zu zerbrechlich; ist sie weniger breit, so giebt sie nicht genug Funken; 2) die Seiten oder Seitenränder, welche immer etwas unregelmäßig sind; 3) der Rücken, oder der der Schärfe entgegengesetzte Theil; er hat die ganze Dide des Steins; 4) der untere Theil des Steins, welcher glatt und etwas kon-

ist; 5) die kleine obere Fläche, welche zwischen dem mm und dem Rücken sich befindet; sie ist etwas konvex. Hieran wird der Stein an den Hahn der Flinte befestigt.

Um den Flintenstein fertig zu machen, wählt man Bruchstücke mit einem der Länge nach laufenden Kamm. Man nimmt die Seite, an welcher man die Schärfe anbringen will, richtet dann die Seiten und den Rücken zu, indem man konvexe Seite des Splitters auf die Schärfe des Meißels setzt und mit dem Tafel 12. Fig. 11. abgebildeten Werkzeug (roulette) sanft darauf schlägt. Der Stein bricht dann genau in der auf dem Meißel ruhenden Linie. Auf dieselbe Weise richtet man auch die schneidende oder scharfe Seite des Steins zu, welche eine gerade Linie bilden muß.

Um einen Stein zuzurichten, braucht man keine volle Minute.

Ein guter Arbeiter richtet 1000 Splitter täglich zu und zieht in derselben Zeit 500 Steine; so daß er in drei Tagen 1000 Flintensteine liefern kann.

Die allzudicken Splitter, so wie diejenigen, welche eine Kante haben, werden als Steine zu Feuerzeugen verkauft.

Die Verferrigung der Flintensteine geschieht in Frankreich in Noyers, St. Aignan und Couffy, im Loir- und Cher-Departement, so wie zu Lye im Indre-Departement. Auch Maysse- (Ardèches-) Departement und in Cerilly (Yonne-) Departement und in Roche-Gugon (Seine-et-Oise-) Departement macht man Flintensteine, obgleich die Fabrikation hier nicht so lebhaft betrieben wird. Die Erfindung der Zündstichen zerstört diesen Zweig der Industrie, welcher noch vor einigen Jahren mehr als 800 Arbeiter beschäftigte.

Die Flintensteine müssen an feuchten Orten aufbewahrt werden; sonst trocknen sie aus und nützen sich früher ab. Die blaffen Steine sind weniger hart als die braunen; da sie aber hart genug sind, um viele Funken zu geben, so zieht man sie vor, weil sie die Batterie weniger abnützen.

Das Mahlen des Kiesels und seine Anwendung bei Kupferwaaren werden wir bei diesem Gegenstand beschreiben.

429. Poröser Mühlstein, Mühlsteinquarz (Sillex meulière). Ist vom vorigen völlig verschieden, sowohl seiner Structur, als seiner Lagerungsverhältnisse nach. Er findet sich in zusammenhängenden, fast immer horizontalen Lagern, deren größte Mächtigkeit gewöhnlich 9 bis 10 Fuß zu seyn scheint. Sie liegen gewöhnlich auf Anhöhen und ruhen auf einer Thonschicht, oder sind von eisenhaltigem Sand oder abgerollten Kieselsteinen bedeckt.

Der poröse Mühlsteinquarz hat einen geraden Bruch, ist undurchsichtig und von verschiedener, aber immer unansehnlicher Farbe. Stets enthält er eine große Menge mehr oder weniger beträchtlicher, unregelmäßiger Höhlungen. Sind diese Höhlungen sehr zahlreich und groß, so wendet man ihn als Baustein an, wozu er sehr gut taugt. Sind die Höhlungen aber kleiner und minder häufig, so bedient man sich desselben zu Mühlsteinen, woher sein Name kommt. Die Zurechtung der Mühlsteine ist sehr einfach. Man bezeichnet auf der offen daliegenden Mühlsteinbank Zylinder von passendem Durchmesser und der passenden Dicke, dann löst man die Scheibe, welche den Mühlstein bilden soll, heraus. Zu diesem Zweck höhlt man rund um den Zylinder eine Rinne aus, in welche man mit dem Hammer zwischen zwei hölzernen Keilen eiserne Keile treibt. Der Mühlstein wird im Steinbruch selbst grob behauen und dann herausgeführt, wo man ihn erst fertig macht. Man trägt Sorge, die Steine horizontal zu theilen, so daß die Flächen des Mühlsteins mit denen der Bank parallel laufen und der Mühlstein an Ort und Stelle auf seinem lit de carrière, wie man sich ausdrückt, sich befinde. Man nennt gestupte Mühlsteine (meules d'étaçon) diejenigen, welche in vertikaler Richtung abgehauen wurden; sie sind nicht so geschätzt.

Man macht oft Mühlsteine aus mehreren Stücken, die man durch eiserne Keile vereinigt; es scheint nicht, daß sie schlechter oder weniger dauerhaft sind, als die aus einem Stück zugerichteten.

Die am meisten geschätzten Mühlsteine sind die von Tarterai bei La Ferté sous Jouarre. Sie bestehen aus einem Stück und werden seit undenklichen Zeiten in beträcht-

licher Menge daselbst gebrochen und weit und breit verführt. Die dortige Mühlsteinbank ist sehr mächtig, denn sie hat zuweilen 15 Fuß und selten unter acht.

Zu Houlbec bei Pacy im Eure-Departement und zu Molières bei Limours macht man auch Mühlsteine, meist aus mehreren Stücken. Auch an andern Orten kommen diese Steine vor, wo man aber nur für die Bedürfnisse der Umgegend dieselben gewinnt.

Hier hat den Mühlsteinquarz von Molières analysirt und darin gefunden:

| | |
|---------------------|-----------|
| Kieselerde | 96 |
| Thonerde | 2 |
| Wasser oder Verlust | 2 |
| | <hr/> 100 |

Er besteht sonach fast aus reiner Kieselerde.

Die am meisten geschätzten Mühlsteine sind bläulich grau; ihnen folgen die gelben und zuletzt die weißen. In dieser Reihenfolge stehen sie auch wirklich hinsichtlich ihrer Härte. Die weißen Mühlsteine führen sich weit schneller als die andern ab. Die Preise dieser drei Varietäten verhalten sich wie 4, 3 und 2.

450. Sandstein. Unter diesem Namen bezeichnet man Klößmaßen, welche sich zu verschiedenen Zeiten abgelagert haben und die vorzüglich aus Quarzsand bestehen, der durch verschiedene Substanzen zusammen gebunden ist. Das Bindemittel, gewöhnlich im Verhältniß zum Sand in geringer Menge vorhanden, ist bald Kieselerde, bald Thon, bald kohlensaurer Kalk. Die Sandsteine enthalten oft Glimmer, Feldspath oder verschiedene analoge Körper, welche augenscheinlich von Urgebirgsarten abstammen, deren Zerstörung zur Bildung der Sandsteine Anlaß gab.

Die Sandsteine werden zu verschiedenen Zwecken gebraucht, je nach ihrer Härte, der Feinheit ihres Korns und ihrer Färbung. Fast in allen Fällen ist ihr Kieselerdegehalt der wichtigste Umstand für ihre Anwendung; ihre Farbe ist oft gelblich, zuweilen röthlich, braun und selbst weiß.

Die Zusammensetzung des Sandsteins wechselt, bald besteht er fast bloß aus Quarzkörnern, bald bildet das Binde-

mittel fast die Hälfte der Masse und die andre Hälfte besteht aus Quarzkörnern.

Die vorzüglichsten Arten des Sandsteins sind: Steinkohlensandstein, der rothe Sandstein, Quadersandstein, die Molasse und der weiße Sandstein.

Der Steinkohlensandstein, der älteste unter allen, ist wenig zum Bauen oder zum Strassen- und Wegpflaster gewendet.

Der rothe Sandstein, welcher sich unmittelbar über den vorhergehenden befindet, wird zu denselben Zwecken gebraucht, aber viel häufiger, weil er fester ist.

Der Quadersandstein ist neuer, obgleich er ebenfals noch zu den secundären Gebirgsarten gehört. Sein Name deutet auf seinen Gebrauch. Man wendet ihn in mehr Theilen von Deutschland zum Bauen an.

Dasselbe gilt von der Molasse: es ist ein Sandstein, der zu den tertiären Gebirgen gehört; er ist weich, verwittert aber an der Luft. Man wendet ihn in der Schweiz an. Im Steinbruch selbst läßt er sich leicht theilen; nach Verlauf von einiger Zeit wird er ziemlich fest.

Die weißen Sandsteine sind noch jünger; so der Fontainebleau. Diese Sandsteinarten werden nur zum Pflaster gebraucht; sie sind zu schwer zu theilen, um sie Baustein anzuwenden.

Der Quarzsand, den man oft in der Natur findet, hört fast immer zur Sandsteinformation; um wirklich Sandstein zu werden, fehlt ihm nur das nothwendige Bindemittel.

Bei den Bausandsteinen braucht man die Richtung der Schichten nicht zu berücksichtigen. Die Steine können in jedem Unterschied nach allen Richtungen abgelöst werden, was den Kalksteinen nicht der Fall ist. Die kieselige Natur der Sandsteine, welche ihnen eine bedeutende Härte ertheilt, macht sie zum Pflaster sehr geeignet.

Eine andere Eigenschaft der Sandsteine, die Porosität, macht sie zu Filtrirsteinen sehr brauchbar. Da die Kieselerde im Wasser nicht auflöslich ist, so wird demselben hierdurch auch keine schädliche Eigenschaft ertheilt. Die Sandsteine

n Gaiuscon sind deßhalb sehr berühmt; aber fast alle Sandsteine, selbst die von Fontainebleau sind dazu geeignet. Wir werden auf die Apparate zum Wasser filtriren später wieder zurückkommen.

Eine der wichtigsten Benützungen der Sandsteine ist die Verfertigung von Schleifsteinen, um harte Körper und besonders stählerne Werkzeuge und Edelsteine zu schleifen. Bei dieser Anwendung kommt es vorzüglich darauf an, daß die Kieselerde in kleinen Körnern vorhanden sey und man überhaupt einen durch und durch recht gleichartigen Sandstein verschaffe, von fester und zäher Beschaffenheit, von gröbern oder feinem Korn, je nachdem der Schleifstein bestimmt ist, die Politur der Oberfläche anzufangen oder zu vollenden.

Der rothe und Steinkohlstein liefert gewöhnlich die besten Schleifsteine zum Schleifen oberer Flächen, die man in Oberstein zu machen pflegt, bestehen aus rothem Sandstein, die man in Frankreich als Sensenstein kennt. Die Sensensteine sind immer aus Steinkohlensandstein. Sie sind graulich oder schwärzlich und werden, wenn der Sandstein von Natur fein ist, direkt zugerichtet. Im entgegengesetzten Fall fängt man an den Sandstein zu bröckeln und einen Teig daraus zu machen, den man formt und dann hart bakt. Zu groben Schleifsteinen bedient man sich gewöhnlich der Sandsteine der tertiären Formation. *)

*) In Deutschland giebt es an verschiedenen Orten Sandstein von bedeutender Festigkeit, die auch als Mühlsteine sehr geschätzt sind; hierher gehört z. B. der sehr beliebte Sandstein von Wendstein bei Nürnberg, der weit versendet wird. Derselbe ist sehr reich an Feldspath und zeichnet sich dadurch vor andern Sandsteinen aus. Auch als Gestein wird der Sandstein sehr häufig in den Hohöfen mit Vortheil benützt, weil er äußerst schwer schmelzbar ist (414).

Der Quarzsand wird bei Verarbeitung des Thons zu Ziegeln und Backsteinen, zu gewöhnlichem Töpfergeschirr so wie zur feinsten Töpferarbeit von Savanne bis zu Porzellan zugesetzt, vorzüglich wenn die erdige Masse sehr fett oder reich an Thonerde ist. Hier muß aber auf die Reinheit des Sandes Rücksicht genommen werden, wovon später am geeigneten Orte die Rede seyn wird.

Sehr häufig wird Quarzsand bei der Glassabrication statt Quarz angewendet; je weniger derselbe dann farbene Metallerde wie z. B. Eisenoxyd enthält, desto reines und schöneres Glas läßt sich daraus erzeugen.

Die Schleifsteine, so wie die Mahlsteine sind dem Zerspringen unterworfen, sobald man sie zu rasch bewegt. Dieser Erfolg tritt allemal ein, wenn die Zentrifugalkraft die Cohäsion, welche die Theile untereinander verbindet, überwiegt; bei der Wahl der Steine, welche eine rasche Drehbewegung erfordern, muß man daher sehr vorsichtig seyn. Trotz dieser Vorsicht geschehen doch häufige Unfälle, daher man die Steine so stellen muß, daß sie die Arbeiter so wenig als möglich beschädigen können; man läßt daher nur so viel vom Stein frei und bloß, als nöthig ist; den übrigen Theil bringt man unter ein hiezu passendes Gerüst oder Vorrichtung.

Sand wird auch gebraucht, um Glas und namentlich Spiegelglas zu schleifen. In manchen Gegenden wendet man den feinen Sand an, um Schleifsteine für Senen und Sichel daraus zu fertigen; man nimmt zu diesem 1 Fuß langes, 1 Zoll breites und mit einem Griff versehenes Stücken Holz, taucht es in geschmolzenes Schieferasch und bestreut es darauf mit feinem Sand. L. u. G.



Capitel XIV.

Kohlenstoff. — Halb-Kohlenwasserstoff, Kohlenwasserstoff, Wasserstoffkohlenstoff, anderts, halb-Kohlenwasserstoff, doppelt-Kohlenwasserstoff, Naphthaline, Rosenöl, süßes Weinöl, Naphtha, Terpentinöl. — Kohlen Säure, Kohlenoryd. — Chlor- Jod- und Schwefelkohlenstoff. — Cyan, Cyanwasserstoffsäure, Cyansäure und Knallsäure. Chlor- Brom- Jod- Schwefel- und Selencyan.

431. Die Mannichfaltigkeit und Ausdehnung der einzelnen Artikel dieses Capfels zeigen hinreichend, daß der Kohlenstoff sowohl in rein chemischer Hinsicht, als in Bezug auf die zahlreichen Arten der technischen Benützung eine sehr wichtige Rolle spielt. Der Kohlenstoff ist seit der frühesten Zeit bekannt, aber die genauern Kenntnisse seiner chemischen Eigenschaften fällt erst in die Epoche, wo Lavoisier die Wissenschaft umgestaltete und erst seit dieser Zeit wurde er auch in die Reihe einfacher Stoffe aufgenommen. Seitdem hat der Kohlenstoff und seine Verbindungen stets die Aufmerksamkeit der geschicktesten Chemiker auf sich gezogen. Über die Reaktionen dieses Körpers ist man im Allgemeinen nun im Klaren, seine Verbindungen sind äußerst mannichfaltig und die Benützungen derselben sehr zahlreich; bei dem großen Umfang der hieher gehörigen Gegenstände war viel Zeit und Arbeit nöthig, um sie gehörig zu erörtern. Daher hat auch die Geschichte der Kohlenstoffverbindungen, wenigstens diejenigen, welche zum organischen Reiche gehören, nicht den Grad von Vollendung und mathematischer Schärfe erlangen, wovon und die anorganische Chemie so viele Beispiele darbietet.

bietet. Im gegenwärtigen Capitel wird man alle Kohlenstoffverbindungen abgehandelt finden, welche man näher kennt. Später werden wir aber auch diejenigen untersuchen, welche welche noch in ihren chemischen Verhältnissen mehr oder weniger problematisch sind.

Kohlenstoff.

(Synonyme. Lat. Carbonum. Franz. Carbone.)

432. Der physische Zustand des Kohlenstoffs wechselt merkwürdig, und durch geringe Abänderungen seiner Aggregationsform stellt sich dieser Stoff uns dar, entweder als zum häuslichen Gebrauch bestimmte Kohle, oder als Graphit, der zu Bleistiften dient, oder als Diamant dessen Glanz und Durchsichtigkeit jeden Gedanken an eine Ähnlichkeit mit den erwähnten Substanzen entfernt. Es würde daher unmöglich seyn, eine verständliche Übersicht der Eigenschaften des Kohlenstoffs zu geben, wenn man nicht seine verschiedenen Aggregatzustände sorgfältig unterscheiden würde. Wir wollen zuerst den Diamant, dann den künstlichen Graphit und den Anthrazit, hernach die vegetabilische und thierische Kohle betrachten, sämmtlich Stoffe, welche sowohl in Bezug auf ihr äußeres Ansehen, als ihre physischen Eigenschaften, verschieden sind, aber ihrer innern Natur nach dagegen alle einander gleich sind, da sie alle aus reinem Kohlenstoff bestehen. Zuerst wollen wir einige Worte über die allgemeinen Eigenschaften desselben sagen.

433. *Physische Eigenschaften.* Der Kohlenstoff ist immer fest. Er besitzt weder Geruch noch Geschmack. Seine übrigen Eigenschaften wechseln sehr. Bald ist er regelmäßig krystallisirt, durchsichtig, von ausgezeichnetem Glasglanz, weder Elektrizitäts- noch Wärmeleiter; dieß ist der Diamant. Bald zeigt er eine blatterige, verworrene Krystallisation, ist schwarz, vollkommen undurchsichtig, metallisch glanzend, Elektrizitäts- und Wärmeleiter; dieß ist der künstliche Graphit und Anthrazit. Bald endlich zeigt er keine Spur von Krystallisation und besitzt ähnliche Eigenschaften, wie der Anthrazit;

hieber gehört die aus vegetabilischen oder thierischen Stoffen gewonnene Kohle.

Der reine Kohlenstoff wird durch die Wärme nicht verändert. Er ist nicht merklich flüchtig oder schmelzbar.

Er verbindet sich mit dem Sauerstoff unter Einwirkung der Wärme. Der Diamant brennt nicht so leicht als der Anthrazit und letzterer nicht so leicht als die organische Kohle; enthält der Kohlenstoff etwas Wasserstoff, so brennt er noch leichter. Dieß ist der Fall bei der im Handel vorkommenden Kohle. Sind die wasserstoffhaltigen Kohlen einmal angezündet, so fahren sie fort in der Luft zu brennen, während alle reinen Kohlen darin auslöschen, obgleich sie in reinem Sauerstoff brennen können, wenn man sie einmal zum Glühen gebracht hat.

Unter den physischen Eigenschaften des Kohlenstoffs befindet sich vorzüglich eine, welche äußerst bemerkenswerth ist. Alle porösen Stoffe können die Gasarten vermöge einer Anziehungskraft, welche der Capillar-Anziehung, die sie auf Flüssigkeiten ausüben, ähnlich ist, verdichten. Unter diesen porösen Körpern besitzt der Kohlenstoff aus dem Holze diese Eigenschaft im höchsten Grad. Diese Absorption hat bei einer Temperatur von 100° nicht Statt. Sie nimmt in dem Maße an Intensität zu, als die Temperatur niedriger wird. Die absorbirten Gasarten entweichen aber wieder im luftleeren Raum. Aus diesen angeführten Thatsachen könnte man allerdings schließen, daß die Reaktion rein physisch wäre, eine Meinung, welche folgendes noch zu bestätigen scheint. Die leichten Kohlenarten oder solche, welche weite Poren haben, so wie auch die zu dichten mit engen Poren versehenen, absorbiren die Gase weniger leicht als diejenigen, welche zwischen beiden das Mittel halten. Kohlenpulver absorbirt ebenfalls weniger als bloß zerstückte Kohle, auch die mit Gas gesättigte Kohle wirkt kaum mehr auf ein andres Gas. Aus diesem Gesamtverhalten, welches eigentlich rein physikalisch zu seyn scheint, kann doch der ausnehmende Unterschied nicht erklärt werden, der in der Wirkung einer und derselben Kohle auf Gase verschiedener Natur existirt. Fol-

gende Tabelle lieferte Th. von Saussure nach seinen eigenen Beobachtungen.

1 Maaßtheil Wachsbaumkohle absorbirt:

| | |
|------------------------------|----------------------|
| 90 Maaßtheile Ammoniak. | 35,00 bildendes Gas |
| 85 Chlornasserstoffsäure. | 9,42 Kohlenoxydgas. |
| 65 Schweflichte Säure. | 9,25 Sauerstoffgas. |
| 55 Schwefelwasserstoffsäure. | 7,50 Stickstoff. |
| 40 Stickstoffoxydul. | 1,75 Wasserstoffgas. |
| 35 Kohlensäure. | |

Wir wollen nun die verschiedenen Varietäten des Kohlenstoffs untersuchen, bevor wir die chemischen Eigenschaften dieses Körpers näher betrachten.

Diamant.

434. Der Kohlenstoff als Diamant ist immer ein natürliches Produkt, welches der Kunst noch nicht gelungen ist nachzumachen. Die Härte des Diamants ist außerordentlich; er ritzt alle bekannten Körper, wird aber von keinem geritzt. Seine Dichtigkeit ist 3,52 bis 3,55. Er ist weder flüchtig, noch schmelzbar. Er löst sich in keiner Flüssigkeit auf. Gewöhnlich ist er ohne Farbe, doch hat er oft auch blaue, gelbe, rosenrothe, grüne oder braune Färbung, die je nach ihrer Schönheit seinen Werth vermindert oder erhöht.

Der Diamant ist bald krystallisirt, bald findet er sich in unregelmäßig abgerundeten Körnern. Im erstern Fall sind seine Hauptformen das Octaeder, der Cubus, das Tetraeder und das Rhombendodekaeder. Die Krystallflächen sind krummlinig. Wir werden weiter unten sehen (Siehe: Glas), daß diese Eigenthümlichkeit den Diamant besonders geeignet macht, Glas zu schneiden.

Sowohl die lichtbrechende als lichtzerstreuende Kraft des Diamants ist sehr beträchtlich und trägt bei, ihm einen stärkern Glanz zu geben, als alle übrigen Edelsteine besitzen.

Seit den ersten Versuchen über die Verbrennung des Diamants bis in die neueste Zeit, war man verschiedener Meinung über seine Natur. Bald betrachtete man ihn als reinen Kohlenstoff, bald als oxydirten Kohlenstoff, bald als Kohlenstoff mit Wasserstoff verbunden. Davy's neueste

Untersuchungen hoben jedoch allen Zweifel, denn er zeigte, daß der Diamant in einem Überschuss von Sauerstoff kein Wasser lieferte und daß er einen Theil des Sauerstoffs in Kohlensäure verwandelte, ohne dessen Volum zu ändern. Diese beiden Thatsachen reichen hin, um zu beweisen, daß der Diamant aus vollkommen reinem Kohlenstoff besteht. Er wird übrigens vom Sauerstoff ohne Rückstand verzehrt.

435. Seitdem die Natur des Diamants bekannt ist, mußte man auf Mittel denken, die Krystallisation des Kohlenstoffs auf künstlichem Wege hervorzurufen; alle bisher versuchten waren jedoch ohne Erfolg. Man kennt keine Flüssigkeit, die im Stande wäre, die Kohle aufzulösen; weswegen man auch keine Auflösungen und Abdampfungen dieses Stoffs machen kann. Würde man auch ein Auflösungsmittel kennen, so ist es doch noch nicht ausgemacht, ob die Kohle beim Niederschlagen sich krystallisiren würde. Einen günstigeren Erfolg durfte man vielleicht erwarten, wenn man mittelst langsamer, chemischer Reaktionen auf flüssige Kohlenstoffverbindungen einzuwirken versuchen wollte, indem man diese mit Körpern zusammenbrächte, die fähig sind, ihnen die übrigen Bestandtheile zu entziehen. Die Verbindungen von Wasserstoff und Kohlenstoff, von Schwefel und Kohlenstoff *rc.*, würden sich vielleicht unter passenden Umständen mit Chlor, Brom, Jod in Berührung gebracht, in Chlormwasserstoffsäure und Kohle langsam genug verwandeln, um in krystallinischer Gestalt aufzutreten. Ich führe diese Stoffe nur beispielsweise an, obwohl es nicht die allerschicklichsten sind, denn ihre Berührung verursacht gemeiniglich complicirtere Reaktionen, welche später untersucht werden sollen. Das Chlor z. B. entzieht den Verbindungen von Wasserstoff und Kohlenstoff den Wasserstoff; übrigens aber vereinigt es sich selbst mit dem Kohlenstoff und erzeugt Chlorkohlenstoff.

Wird der Kohlenstoff schnell abgeschieden, so setzt er sich immer als schwarzes Pulver ab. Man kann daher nur dann ein Gelingen hoffen, wenn die Reaktion sehr langsam vor sich geht. In dieser Hinsicht könnte vielleicht die Anwendung von schwacher, aber lange fortgesetzter Elektricität vortheil-

haft wirken. So machte Becquerel durch Versuche dieser Art viele Stoffe krystallisiren, welche eben so viel Schwierigkeit in dieser Hinsicht darzubieten schienen, als der Kohlenstoff, wie z. B. metallisches Kupfer und Kupferoxydul.

Neuerlich versuchte man Diamanten durch Einwirkung einer hohen Temperatur zu machen. Da die gewöhnlichen Öfen nicht hinreichten, so nahm man die Zuflucht zu starken Voltaischen Säulen und glaubte an Kohlenstückchen, die man einer heftigen Glut aussetzte, Spuren von deutlicher Schmelzung zu finden. Man erhielt sogar kleine glasige Kügelchen; alle diese Produkte rührten jedoch von der Asche her, welche von der Verbrennung der angewendeten Kohle kam. Denn diese Asche lieferte, da sie Kiesel-erde, Kali und phosphorsaure Salze enthielt, eine Art Glas beim Schmelzen, welches natürlich mit dem Diamant nur eine leichte Ähnlichkeit im Außern hatte, wie die geringste genauere Prüfung bewies.

Natürlicher Weise stellte man, da die chemischen Versuche ungenügend ausfielen, Untersuchungen an, ob das natürliche Vorkommen des Diamants keinen Fingerzeig abgäben, die Bildung dieses Körpers zu begreifen; sie genügten jedoch eben so wenig. Der Diamant findet sich im aufgeschwemmten Lande; er gehört jedoch einer frühern Epoche an; da man aber über seine ursprüngliche Lagerung nur Vermuthungen hat, so bleibt es ungewiß, ob er in Gebirgen neptunischen oder vulkanischen Ursprungs gebildet wurde.

436. Man kennt den Diamant schon sehr lange. Die Alten hatten für diesen Schmuck eine wahre Verehrung, wegen der großen Seltenheit solcher Diamanten, welche schon die Natur bedeutend glänzend und durchsichtig liefert. Sie verstanden nicht, sie kunstgerecht zu schleifen und so hatten die meisten Diamanten keinen Werth und wurden nicht benützt. Die römischen Steinschneider wußten sich Diamantpulver zum Schleifen und Poliren der Edelsteine zu verschaffen, was sie auch auf die Kunst der Diamantenschleiferei hätte führen sollen, die ebenfalls auf der Eigenschaft dieses Körpers beruht, sich durch sein eignes Pulver schleifen zu lassen.

Die Diamantenschleiferei ist eine neue Erfindung, welche nicht über das Jahr 1476 hinausgeht. Man verdankt sie dem Ludwig von Berquem, der einige, auf sehr scharfsinnige Weise, wahrscheinlich nur zufällig gemachte Beobachtungen, vortheilhaft benutzte. Es war ein junger Mann aus Brügge, aus einer edlen und reichen Familie; gänzlich unerfahren in der Kunst der Steinschneiderei, machte er die Beobachtung, daß zwei stark aneinander geriebene Diamanten sich abschliffen und wechselseitig in Pulver verwandelten. Mehr bedurfte es nicht für einen erfinderischen Kopf, denn er brachte bald das Verfahren beinahe auf denselben Punkt, wo es jetzt ist.

Das Schleifen des Diamants geschieht auf einer horizontal gestellten Scheibe aus ganz weichem Stahl. Man bestreicht sie mit einer Masse aus Diamantpulver, das mit Öl angerührt ist. Dieß Diamantpulver erhält man, indem man rohe Diamanten aneinander reibt. Der zum Schleifen bestimmte Diamant wird mit Zinn in eine Fassung von Kupfer eingelöthet, welche mit einer Zange von Stahl gehalten wird. Diese Zange wird mit einem Gewicht beschwert und drückt den Diamant auf die Scheibe, welcher man dann mittelst einer mechanischen Vorrichtung eine rasche Drehbewegung giebt. Ist eine Fläche abgeschliffen, so bringt man dem Diamant in eine andere Lage und so fort, bis derselbe die gewünschten Flächen erhalten hat.

Die Diamanten, welche ehemals mit ihrer natürlichen Politur angewendet wurden, heißen rohe Diamanten (*bruts ingenus*); diejenigen, welche eine regelmäßige Krystallisation hatten, hieß man Diamanten mit natürlichen Ecken (*à pointes natüres*). Von letzterer Art sind fast alle die, welche man in alten Waffen findet. Endlich giebt es gewisse, sehr seltene Diamanten, welche gar nicht geschliffen werden können; man nennt sie Naturdiamanten (*diamans de nature*). Man hebt sie für die Glaser auf oder pulvert sie, wie die ausgeschossenen Diamanten, in stählernen Mörsern. Dieses Pulver dient zum Schleifen der Diamanten und anderer harten Steine.

Manchmal nimmt man seine Zuflucht zum Spalten, um Diamanten von schlechter Form gebrauchen zu können. Der Diamant spaltet sich parallel den Flächen eines regelmäßigen Octaeders. Um dieß Verfahren mit Sicherheit auszuüben, fängt man an um den Theil, welchen man wegnehmen will, rings umher einen leichten Einschnitt zu machen; ist dieser tief genug, so setzt man in den Einschnitt eine recht scharfe, gut gehärtete stählerne Messerklinge und giebt einen Schlag auf den Diamant, der dadurch in der Richtung des Einschnitts in zwei Theile getheilt wird.

Zuweilen karzt man auch die Operation des Schleifens ab, indem man durch Sägen einen Theil des Diamanten wegnimmt. Diese Operation wird mittelst eines dünnen stählernen Drahes ausgeführt, den man mit Diamantpulver, das mit Öl vermischt ist, bestreicht. Man löst so Ecken oder Platten ab, um die Form des Diamanten schneller regelmäßiger zu machen.

457. Zur Zeit als Ludwig von Berquem die Kunst der Diamantschleiferei erfand, begnügte man sich, seine seltene Durchsichtigkeit und den Glanz bloß zu legen, ohne daß man suchte, ihn zu erhöhen; man gab ihm daher bloß einfache Formen.

In den vor Alters geschliffenen Diamanten finden sich nur zwei Hauptflächen und die Seiten laufen schrag zu; diese nennt man Tafelsteine (*pierres en table* ou *pierres faibles*). Zuweilen richtete man auch nur den äußern Theil der Diamanten zu, und schloß die entgegengesetzte Fläche in ein regelmäßiges Prisma: diese Art nannte man Dicksteine (*pierres épaisses*). Diese Namen zeigen hinreichend, daß der Steinschneider mehr suchte, den Diamant zu schleifen, ohne ihm zu viel von seinem Gewicht zu nehmen, als ihm nach optischen Regeln eine Form zu geben, die geeignet ist, sein Strahlenberechnungsvermögen zu erhalten.

Dieß suchte man später in dem Rosettenschnitt (*taille en rose*), und mehr noch im Brillantschnitt (*taille en brillant*) zu erreichen; es sind dieß die einzigen noch gebräuchlichen Formen. Der Rosettenschnitt wurde vor 200 Jahren erfunden. Den Brillantschnitt ließ der Cardinal

Mazarin zuerst an zwölf Diamanten ausführen, welche unter den Kron-Edelsteinen mit dem Namen der zwölf Mazarine (Douze-Mazarins) bekannt sind.

Der Rosettenschnitt ist sehr einfach; der untere Theil des Diamanten ist platt, der obere ist erhaben in vier und zwanzig Facetten geschliffen. Sechs Dreiecke bilden mit ihren vereinigten Spitzen eine Pyramide, sechs andre stehen mit ihren Grundlinien auf den Grundlinien der erstern und ihre Spitzen endigen sich in dem Rande der untern Ebene. Diese sechs letztern Dreiecke lassen demnach zwischen sich sechs Zwischenräume, von welchen jeder wieder in zwei Facetten geschliffen wird.

Der Brillantschnitt entstand offenbar aus dem Schnitt, welchem die Dicksteine früher unterworfen wurden. Die Form im Allgemeinen ist dieselbe, jedoch mit dem Unterschied, daß der Seitenrand der Tafel, statt vier Flächen, deren achte hat, die in dreieckige oder rantenförmige Facetten geschnitten sind. Dieser Theil beträgt das Drittel des Diamants. Der Untertheil (Culasse), macht die beiden andern Drittheile aus; anstatt aber ein umgekehrtes Prisma darzustellen, besteht er aus symmetrischen Facetten, welche denen des Obertheils entsprechen. Die meisten alten Dicksteine wurden zu Brillanten umgeschliffen.

Der Brillantschnitt giebt den Diamanten das mannichfaltigste Licht und Farbenspiel; die Rosette mag vielleicht einen lebhaftern Glanz haben, hat jedoch ein geringeres Farbenspiel. Gegenwärtig zieht man allgemein den Brillant vor; der Regent. (441) ist hiervon ein schönes Beispiel.

438. Der Diamant findet sich immer in einem aufgeschwemmten Lande, welches ziemlich neu zu seyn scheint und in allen gegenwärtig bekannten Diamantgruben von gleicher Beschaffenheit ist. Es besteht aus Kieselgerölle, welches durch eisenhaltigen oder sandigen Thon verbunden ist. Man findet darin Eisenoryx in verschiedenen Zuständen, Quarz, versteinertes Holz &c. Dieses aufgeschwemmte Land liegt bloß und nimmt große Flächen ein. Es ist daher interessant, die Umstände, welche auf reiche Ausbente deuten, genau kennen zu lernen, um nicht unnüßerweise große Landstrecken darauf zu

bearbeiten. Man glaubte nämlich immer zu bemerken, daß die größten Diamanten sich stets im Grund und an den Rändern breiter Thäler finden und besonders auf Punkten, wo man Eisenerz in glatten Körnern (Bohnenerz) findet. Man findet wenig oder gar keine auf Hügeln. Dort mußten sie sich natürlicherweise ablagern, wenn das Gebirge, das sie enthält, vom Wasser weggerissen wurde. Da ihre Dichtigkeit im Allgemeinen größer war, als die des Thons und der Kalksteine, so mußten sie auch an die tiefsten Stellen des aufgeschwemmten Landes geführt werden, zugleich mit den Eisenerzminern, welche ebenfalls dichter sind als die erwähnten Stoffe. Der Diamant findet sich gewöhnlich nicht sehr tief unter der Oberfläche des Bodens.

Es giebt wenige Gegenden, wo sich Diamanten finden. Nur in Indien, auf der Insel Borneo und in Brasilien giebt es welche.

Die Diamantgruben von Indien, welche wahrscheinlich seit sehr langer Zeit bekannt sind, scheinen erst in neuern Zeiten betrieben worden zu seyn; schon 1622 aber sollen die berühmten Gruben von Golconda 30,000 Arbeiter zur Gewinnung dieses kostbaren Körpers beschäftigt haben. Die hauptsächlichsten Diamantlager in Indien sind in Dekan und Bengalen. In Dekan befinden sich fast alle schon in älterer Zeit bekannten Gruben, so wie auch die, welche noch gegenwärtig betrieben werden. Sie liegen in der Umgegend von Bisapur oder Golconda. Da man in den erstern nur kleine Diamanten fand, so wurden sie nach und nach verlassen; dagegen haben die der Umgegend von Golconda die berühmtesten Diamanten geliefert, so z. B. den Regent.

Gegen die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts entdeckte man in Brasilien, in der Provinz Minas Geraes eine an Diamanten ziemlich reiche Landstrecke, so daß deren Bearbeitung zum Bedürfniß des Handels ausreicht. Man bearbeitet aber nicht einmal allen Boden der Art in der neuen Welt.

439. Die Aufsuchung der Diamanten ist in der That eine sehr kostspielige Operation, welche in sehr civilisirten Ländern, wo die Tagelöhner theuer bezahlt werden müssen

und die Sklaverei aufgehoben ist, unausführbar wäre. Die Kleinheit und Seltenheit der Diamanten machen das Auswaschen und sorgfältige Durchsuchen einer Menge Erde nothwendig. Trotz der genauesten Aufsicht wissen doch die zu dieser Arbeit verwendeten Sklaven eine beträchtliche Menge Diamanten auf die Seite zu schaffen, ohne daß es die Aufseher bemerken.

In Indien wusch man die diamantführende Erde, um den Sand und Thon wegzuspülen, dann brachte man den Rückstand, welcher vorzüglich aus kleinen Kieselsteinen und Eisensteinen bestand, auf eine gutgestampfte Tenne; man ließ diese Stoffe trocknen und dann die Diamanten, die darin enthalten seyn konnten, durch ganz nackte Menschen unter genauer Aufsicht suchen. Diese Operation geschah in der Sonne, da die Diamanten dadurch leichter unter den übrigen beigemengten Stoffen in die Augen fielen.

In Brasilien geschieht die Gewinnung der Diamanten auf ähnliche Weise, jedoch regelmäßiger. Die Diamanterde, die den Namen *Cascalho* führt, wird auf eine große Waschtischplatte gebracht, die in verschiedene Fächer oder Abtheilungen getheilt ist. Diese Tafel ist gegen den Horizont geneigt und an dem obern Theil jeder Abtheilung befindet sich ein Reger, der das *Cascalho* portionenweise darauf bringt. Ein Wasserstrom, welcher sich nach Willkühr in diese Abtheilungen ergießt, führt den Sand und Thon mit fort und läßt den Grus und die Diamanten zurück, welche dann mit den Händen ausgesucht werden. Jede Werkstätte hat zwanzig Regier und einige Aufseher, welche auf erhöhten Bänken am obern Ende der Tafel sitzen. Sobald ein Reger einen Diamant findet, so schlägt er in die Hände, der Aufseher kommt dann und nimmt denselben und legt ihn in einen Kaps, der in der Mitte der Werkstätte steht. Wer einen Diamant von 20 Gran Gewicht findet, wird sogleich feierlich in Freiheit gesetzt. Trotz dieser Prämie wird doch Unterschleif getrieben, welchen man auf ein Drittheil des ganzen Gewinns schätzt und zwar gerade mit den größten und schönsten Diamanten.

Buch I. Cap. XIV. Nichtmetallische Körper.

Der Grund davon ist leicht einzusehen; die zu dem Dienst gebrauchten Regier gehören Privatleuten, welche an die Regierung vermietten und daher von den Regier leicht die gestohlenen Diamanten erhalten können, indem ihnen dieselben abkaufen und sie leicht in Freiheit setzen, wenn sie es für passend halten.

440. Die Brasilianischen Gruben liefern jährlich 30,000 Karat, welche ohngefähr 10 bis 13 Pfund rohe Diamanten betragen, eine Menge, die für das Bedürfnis Handels hinreicht; sonst lieferten sie mehr, indem die jährliche Ausbeute sich bis auf 15 Pfund belief. Hieron man nur ohngefähr 8 bis 900 Karat geschliffenen Diamanten, die sich für den Bijouteriehandel eignen; alle übrigen werden zu andern Zwecken verwendet, wie wir weiter unten werden.

Der Preis der Diamanten ist sehr bedeutend; derselbe zum Theil auf Uebereinkunft beruht, so hat er eine zu reelle Basis, um einen bedeutenden Wechsel zu den. Die Bearbeitung der Diamantengruben ist so langsam und so wenig ergiebig, daß man die Gewinnung im Durchschnitt auf 38 francs 20 centimes für 4 Gran 1 Karat schätzt. Diejenigen, welche nicht geschliffen werden können, verkauft man zu 30 bis 56 Franken den Karat; übrigen sind weit theurer, weil sie zum Theil die Kosten decken und doch auch Gewinn bringen müssen, der nicht beträchtlich ist.

Um den Preis dieses Gegenstandes zu bestimmen, man im Handel von bestimmten Grundsätzen aus, welche leicht zu kennen sind. Die Gewichtseinheit für die Diamanten heißt Karat. Bruce lehrte den Ursprung dieses Wortes kennen, welches man auch für den Gehalt des Goldes braucht. Im Lande der Shangallas in Afrika besteht beträchtlicher Goldhandel und die Einwohner bedienen seit undenklicher Zeit als Goldgewicht des Samen der Pflanze, die zu der Familie der Schotengewächse gehört, welche sie *kuara* nennen. Diese Samen wurden nach Indien gebracht und dienten seit dem Anfang des Diamantenhandels dazu, um die Diamanten zu wiegen. Der

4 Gran; man nimmt aber an, daß diese Grane leichter, als diejenigen des alten Gewichts, denn 74½ machen Drachme oder 72 gewöhnliche Grane aus. Der Karat ist sch 205 Milligrammen.

Oben wurde bereits erwähnt, daß der Preis der nicht Schleifen geeigneten Diamanten von 30 bis 36 Franken den Karat wechselt.

Wenn die Diamanten geschliffen werden können und Gewicht ist unter einem Karat, so gilt derselbe 48 Franken.

Bei Diamanten über einen Karat nimmt man das Quadrat dieses Gewichts und multiplicirt es mit 48. So hat ein Diamant von 3 Karaten den Werth von $3 \times 3 \times 48$ 432 Franken. Man ersieht hieraus, daß der Preis mit Zunahme des Gewichts sehr schnell steigt.

Diese Annahmen erleiden wenig Modificationen für die reinen Diamanten; dagegen stehen die geschliffenen weit höher im Preis, wegen der Arbeit, des Verlust's an Gewicht und der Gefahr, die man beim Schleifen läuft. Man schätzt den Verlust, den ein Diamant durch das Schleifen erleidet, auf die Hälfte seines Gewichts, im rohen Zustand angenommen. Folgende Preisliste möge dienen, um den ungefähren Werth der Diamanten kennen zu lernen.

Mittleres Gewicht

der Diamanten.

Preis des Karats.

| | | |
|--------------------|--------|-------------|
| 10 Karat | 60 bis | 80 Franken. |
| 10 — | 100 — | 125 — |
| 1 — | 160 — | 192 — |
| 1 — | 200 — | 261 — |
| 1 — | 220 — | 250 — |

Preis des Diamants.

| | | |
|---------------|--------|--------|
| 2 — | 650 — | 800 — |
| 3 — | 1600 — | 2000 — |
| 4 — | 2400 — | 3000 — |
| 5 — | 4000 — | 6000 — |

Der Werth ist übrigens sehr verschieden, je nach der Form, der Reinheit, der Farbe und selbst des Gewichts der Diamanten. So kann man auch z. B. leichter Diamanten von 1 von 2 und 3 Karaten anbringen als andre. Fehlen

gerade Diamanten von einer gewissen Größe im Handel, so steigt der Preis 1c. Jedoch nimmt man bei Diamanten, welche schwerer als ein Karat sind, das Quadrat des Gewichts als Norm an und multipliziert mit 192 oder überhaupt mit einer nach den Fehlern oder der Schönheit des Diamants für das Karat zu bestimmenden Zahl.

441. Schon die zum Schleifen tauglichen Diamanten sind selten; noch vielmehr aber sind es diejenigen, welche ein beträchtliches Gewicht, eine vortheilhafte Form und eine reine, wasserhelle Farbe haben; sie haben dann einen sehr hohen Preis, selbst wenn man sie nur ohngefähr nach obigen Angaben schätzt. Die großen Diamanten sind übrigens so selten, daß man sie alle kennt und daß in den Gruben kaum alle hundert Jahre sich einer findet. Fast alle großen Diamanten, Muster-Diamanten (*diamans parangons*) genannt, kommen aus Indien. Der größte, welchen man in Brasilien fand, wiegt nur 95 Karat. Er ist noch ungeschliffen und hat die natürliche Octaederform; er gehört dem König von Portugal.

Unter den indischen Diamanten führt man den des Raja von Matun auf Borneo auf. Er wiegt wenigstens 300 Karat (mehr als 2 Unzen): er ist der größte der bekannten Diamante.

Der des Groß-Moguls wiegt 279 Karat und wurde von Tavernier auf 11 Millionen geschätzt. Er hat ein schönes Wasser und eine schöne Form; aber er hat einen Flecken, welcher seinen Werth verringert.

Der Diamant des Kaisers von Rußland wurde 1777 gekauft und wiegt 193 Karat. Er wurde mit 2,250,000 Franken baar und einer Leibrente von 100,000 Franken bezahlt. Er hat ein schönes Wasser, ist sehr rein; aber seine Form ist schlecht.

Der des Kaisers von Oesterreich wiegt 139 Karat; er ist auf 2,600,000 Franken geschätzt.

Endlich der Diamant des Königs von Frankreich wiegt nur 136 Karat. Er ist bekannt unter dem Namen Pitt oder Regent, weil er zur Zeit der Minderjährigkeit Ludwig's des XV. vom Herzog von Orleans von einem Engländer Ka-

ers Pflr gekauft wurde. Er ward mit 2,500,000 Francs bezahlt; nach der Versicherung soll er aber doppelt so viel werth seyn, wegen seiner ganz vorzüglichen Form und ihrer vollkommenen Reinheit. Er wog 410 Karat, bevor er geschliffen wurde und kostete zwei Jahre Arbeit.

442. Die Benützung des Diamants ist vielfach, selbst wenn man ihn nicht mehr als Gegenstand des Schmuckes betrachtet. Durch seine außerordentliche Harte eignet er sich besser als jeder andere Körper zur Verfertigung von Zapfen in seinen Uhrwerken, welche von außerordentlicher Dauer sind. Man könnte ihn wohl auch zur Ausfütterung der Löthrer der Drahtzieheisen anwenden, welche dadurch eine große Härte und einen unveränderlichen Durchmesser erhielten. Die Glaser gebrauchen denselben bekanntlich, um Glas zu schneiden, wie wir es weiter unten sehen werden; das Diamantpulver endlich gebraucht man zum Schleifen andrer Edelsteine.

Graphit oder Reißblei.

443. Mit diesem Namen bezeichnet man eine Verbindung aus Kohlenstoff und Eisen, welche sich in der Natur findet und die man zur Verfertigung der sogenannten Blei-Rüste anwendet. Man hat der Ähnlichkeit wegen, obwohl mit Unrecht, eine Varietät der reinen Kohle so benannt, welche sich von dem langsam erkalteten Gußeisen scheidet und die in glimmerartigen Plattchen krystallisirt, die dem Aussehen nach ganz dem Graphit ähnlich sind. *) Wir werden über diesen Gegenstand mehr Details geben, wenn wir das Eisen abhandeln.

Anthrazit.

444. Dieß ist ebenfalls sehr wahrscheinlich eine Varietät der reinen Kohle. Der Anthrazit nähert sich durch seine

*) Wir können hierin der Ansicht des Hrn. Verfassers nicht beistimmen, vielmehr sind wir mit Karsten der Meinung, daß der Energiehalt des natürlichen Graphits nicht wesentlich, sondern nur zufällig ist, und daß dieser eigentlich nur als reiner Kohlenstoff von einem eigenthümlichen Aggregatzustand zu betrachten ist. (Siehe Karsten über die kohligten Substanzen des Mineralreichs, Archiv für Bergbau und Hüttenwesen, Bd. 12, S. 91.) H. u. G.

physischen Eigenschaften sehr viel der Steinkohle; aber er unterscheidet sich wesentlich davon durch die Abwesenheit des Wasserstoffs, welcher der Steinkohle die Eigenschaft ertheilt mit Flamme zu brennen.

Der Anthrazit ist schwärzer als der Graphit; er ist zerreiblich, fühlt sich rauh an und giebt auf dem Papier einen mattschwarzen Strich. Seine Dichtigkeit ist 1,8. Er ist bald eine blätterige, compacte oder auch körnige Masse und wenig undurchsichtig. Der Anthrazit scheint zwischen Graphit und Steinkohle in der Mitte zu stehen. Er findet sich in hinreichender Menge, um ihn als Brennmaterial zu benutzen. Wir werden ihn daher auch vorzüglich unter diesem Gesichtspunkt in einem der folgenden Kapitel betrachten. Man bedient sich in Spanien einer Varietät des Anthrazits, um den Mienens in der Olmalerei zu ersetzen.

Vegetabilische Kohle.

425. Bisher haben wir nur Kohlen betrachtet, welche sich in der Natur schon gebildet vorfinden; wir gehen jetzt zu benjenigen über, welche aus organischen Stoffen dargestellt werden. Diese letztern bestehen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, wozu bisweilen auch Stickstoff sich gesellt. Erhitzt man diese Stoffe und schützt sie dabei vor dem Zutritt der Luft, so verlieren sie den Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, welche als Wasser und Ammoniak oder auch in Verbindung mit einem Theil des Kohlenstoffs entweichen. Gewöhnlich herrscht aber der letztere so vor, daß immer eine beträchtliche Menge desselben als Rückstand bleibt. Dieß ist der Prozeß der Verkohlung, den wir im nächstfolgenden Kapitel genauer untersuchen wollen.

Um sich reine Kohle aus organischen Stoffen zu verschaffen, bedarf es einiger Vorsichtsmaaßregeln. Das beste Mittel ist, eine vegetabilische Substanz, wie die des Zuckers zu zersetzen, nachdem man ihn sorgfältig durch mehrmalige Krystallisation gereinigt hat. Außerdem bleiben immer erdige oder alkalische Salze in der Kohle, welche einen zufälligen Bestandtheil der Substanz ausmachen und welche beim vor-

gen Verbrennen des Holzes oder der Koke *) als Asche zurück bleiben. Wirklich haben aber die alkalischen oder erdigen Salze, welche in der Kohle enthalten sind, wenn ihre Menge nicht zu groß ist, wenig Einfluß auf ihre physischen oder chemischen Eigenschaften.

Übrigens, da die letzten Theile des Wasserstoffs nur bei sehr erhöhter Temperatur sich von der Kohle trennen, so wird die Kohle erst dann rein, wenn sie eine halbe Stunde lang dem Feuer einer guten Schmiede ausgesetzt ist.

Diese Art Kohle ist auten in Laboratorien nothwendig, welche Asche und mehr enthält, bei einer Menge von 1 wird. Wir wollen nun die der gemeinen Kohle durchgehen und vergleichen, welche die fortgesetztes Gluhen alles wird finden, daß aus dieser stand eine große Verschiedenheit wird. Wir werden hier von dieser Beziehung betrachten.

chemischen Experimenten während die gewöhnliche Kohle Wasserstoff entweicht zu Zwecken angewendet werden können. Wir sie zugleich mit zeigt, die durch lange Zeit beraubt ist. Man geringfügigen Umstände bedingt Kohle in dieser

416. Die Eigenschaften der vegetabilischen Kohle sind in gewisser Hinsicht sehr veränderlich. Sie ist immer schwarz, ihr Bruch ist fast immer glänzend; gepulvert hat sie ein mattes Ansehen. Sie ist niemals durchsichtig. Wenn der Stoff, aus dem die Kohle kommt, nicht schmelzbar ist, so behält die Kohle die Gestalt der Stücke bei, welche dem Feuer ausgesetzt wurden. Im entgegengesetzten Fall ist sie aufgebläht, löcherig und auch hier behält sie doch eigentlich die Form, welche die Substanz im Augenblick der Verkohlung besaß. So ist die Kohle aus Zucker, Gummi und Gallerte etc. Diese Stoffe schmelzen anfangs, dann entstehen

*) So nennt man denjenigen Theil der Steinkohle, welcher bei der trocknen Destillation derselben als Rückstand bleibt und seines Stumens gänzlich beraubt ist; der chemischen Zusammensetzung nach sind die Koke dem Anthracit gleich zu stellen, allein was den Aggregatzustand betrifft, so ist zwischen beiden eine große Verschiedenheit wahrnehmbar. H. u. G.

Blasen in ihnen, die vom Wasserdampf oder von Gasarten, welche entweichen, herrühren; in diesem Zustand werden sie fest und verkohlen dann vollständig, indem sie die andern Bestandtheile, welche sie enthalten, vollends verlieren.

Zuweilen ist auch die Kohle staub- oder pulverförmig. Dieß ist immer der Fall, wenn man einen organischen Stoff, der mit einem feuerfesten Körper verbunden ist, verkohlt, da derselbe die einzelnen Kohlentheilchen, so wie sie frei werden, von einander entfernt hält. Dasselbe geschieht, wenn man einen flüchtigen Stoff durch die Hitze zersetzt, indem man ihn zwingt eine glühende Röhre zu durchstreichen. In diesem letztern Fall setzt sich die Kohle als zartes Pulver ab, welches sich an die Röhre anlegt und von dieser Glanz und Form annimmt und sich in Häutchen ablöst, welche auf der Seite, mit welcher sie die Röhre berühren, glanzend, auf der andern aber matt sind.

Werden jedoch die Röhren lange Zeit erhitzt, so verdichten sich die Kohlentheilchen und nehmen einen ziemlich festen Aggregatzustand an. So findet man manchmal in den Gasbeleuchtungsrohren abgesepte Kohle, welche oft beinahe so hart als Diamant ist, am Stahle Funken giebt und das Glas rißt, wobei sie jedoch immer, wie die gewöhnliche Kohle, schwarz und undurchsichtig bleibt.

447. Die Kohle wechselt sehr in ihren Eigenschaften je nach der Natur des Holzes und nach der Temperatur, der sie ausgesetzt war. Dichte Hölzer geben dichtere Kohlen, als Hölzer mit lockerer Textur. Eine hohe Temperatur vermehrt auch die Dichtigkeit der Kohle. Diese und andre sehr merkwürdige Verschiedenheiten wurden schon von vielen Beobachtern, neuerlich aber besonders von Chevreulle bemerkt; (An. de Chim. T. XXIX. p. 427.)

Sobald das Holz in einer Retorte so lange erhitzt worden ist, bis sich keine Dämpfe mehr entwickeln, so ist der Rückstand eine wahre Kohle; erhöht man die Temperatur der Retorte bis zur Rothgluthhitze, so verändern sich die Eigenschaften der Kohle völlig; je mehr man dann die Temperatur steigert, um so auffallender wird diese Veränderung.

Man hat folgende Verschiedenheiten beobachtet:

| | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------------------|
| Nicht geglühte Kohle. | Geglühte Kohle. | Bis zum Weißglühen erhitzte Kohle. |
|-----------------------|-----------------|------------------------------------|

Leitungsvermögen

für die Electricität: Nichtleiter. Guter Leiter. Sehr guter Leiter.

Leitungsvermögen

für die Wärme: Sehr schlecht. Guter Leiter. Sehr guter Leiter.

Brennbarkeit: brennt leicht. weniger leicht. schwer.

Wir wollen nun in dieser Beziehung in einige Details eingehen und die Anzeigen zeigen, die sich davon machen lassen.

448. Man weiß seit längerer Zeit, wie groß der Unterschied in der Leitungsfähigkeit zwischen den verschiedenen Kohlen ist; dieß ist allgemein bekannt geworden; diese Versuche geschehen, wenn man sich solcher Kohlen bedient, die zuerst kalteten. Aus den Versuchen ist es nun bekannt, daß man zur Verfertigung von Bligableitern nur diese Kohle anwenden darf. Diejenige Kohle, welche als Brennumaterial gewöhnlich verkauft wird hat unter 100 Stücken kaum eins oder zwei, welche die Electricität leiten. Man muß sie vorher ausglühen, wenn sie nicht mehr schaden als nützen soll.

In Bezug auf das Wärmeleitungsvermögen der Kohle haben Berzelius's Versuche, in seinem Werke über das Röthrohr ^{*)}, gelehrt, daß es in Kohlen, die einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt waren, beträchtliche Veränderung erleidet; dieß gilt von den Kohlen, welche in Hohöfen der Verbrennung entgangen sind, und welche man unter den Schlacken findet. Diese Kohlen sind so gute Wärmeleiter, daß Stücke von fünf bis sechs Zoll Länge, welche man an einem Ende vor dem Röthrohr zum Glühen bringt, sich so erhitzen,

^{*)} Berzelius, die Anwendung des Röthrohrs in der Chemie und Mineralogie. 1828.

daß man das andere Ende nicht anfassen kann, ohne sich zu verbrennen.

Dieses letztere Vermögen steht augenscheinlich mit der Verbrennlichkeit in einem umgekehrten Verhältniß. Wenn man eine die Wärme schlecht leitende Kohle an einem Punkt zum Glühen bringt, so wird dieselbe fortfahren zu brennen. Erhitzt man eine gut leitende Kohle bis zum Glühen, so wird sich die hohe Temperatur rasch durch die Masse verbreiten und der glühende Punkt wird erlöschen, und sich abkühlen. Bei einer und derselben Beschaffenheit des Holzes werden also die nicht geglühten Kohlen schneller brennen, während die geglühten langsamer brennen, und das Feuer länger unterhalten.

Die destillirten Kohlen gehören gewöhnlich zu der ersten Art; die Meiler-Kohlen nähern sich der zweiten Art, obwohl sie sehr weit vom höchsten Grad derselben entfernt sind.

449. Man würde aber nur eine unvollständige Idee von dieser Art von Eigenschaften erhalten, wenn man nicht auch auf die Holzart, welche die Kohle liefert, Rücksicht nehmen wollte. Die dichten Hölzer geben eine weniger brennbare Kohle als die lockern. Die leeren Räume, welche die Kohle enthält, sind mit Luft angefüllt, und dieser Umstand vermindert ihre Wärmeleitung, daher die Masse ein um so geringeres Leitungsvermögen besitzt, je lockerer die Textur derselben ist.

Es geht daraus hervor, daß die sehr leichten und wenig verkohlten Brennstoffe eine sehr verbrennliche Kohle geben, so z. B. die Kohlen von Hanfstengeln, im geringeren Grad die Bäckerkohle (*braise de Boulanger*) und die Kohle von weichem Holz. Die Kohle von alter Feinwand besitzt eine solche Brennbarkeit, daß man sich in vielen Ländern derselben als Zunder bedient. Man füllt eine blecherne Buchse damit an, und schlägt darüber Feuer; diese Funken sind dann im Stande die Kohle zu entzünden, an welcher man nur die Schwefelhölzchen anzündet, indem man darauf bläst.

Die Kohlen von hartem Holz dagegen sind wenig brennbar, und um so weniger, je höher die Temperatur war, der

sie bei der Verkohlung ausgefeht waren. Die Eichen- und Buchenkohlen brennen schon nicht so gut als die Kohlen von weichem Holz; noch weniger leicht brennt die Kohle von Buchs- und Ebenholz. In dieser Beziehung zeichnen sich die Kohlen, welche von schmelzbaren organischen Stoffen kommen, besonders aus. Waren diese einer sehr hohen Temperatur ausgefeht, so brennen sie nur außerordentlich schwierig und verloschen sogleich, wenn man aufhört, sie an der atmosphärischen Luft zu erhitzen.

Im Sauerstoffgas fahren alle diese Kohlen, nachdem sie einmal angezündet sind, fort zu brennen; die Verbrennung geht jedoch weit lebhafter und rascher von statten, wenn die Kohlen locker sind und ursprünglich einer geringern Temperatur ausgefeht waren.

450. An der Luft verändert sich die Kohle rasch; sie absorbiert die atmosphärische Feuchtigkeit so rasch, daß die gewöhnliche Kohle schon nach einigen Tagen alles Wasser enthält, was sie der atmosphärischen Luft entziehen konnte. Die Absorption geschieht um so starker und um so schneller, je mehr die Kohle von feinen Poren erfüllt ist; sie ist jedoch niemals sehr bedeutend, und die Temperatur, unter welcher die Verkohlung geschah, scheint in dieser Hinsicht von geringem Einfluß zu seyn. Dieß beweisen die Versuche von Chevreulle.

Nach ihm erfahren 100 Theile Kohle in einer sehr feuchten Luft folgende Gewichtszunahmen:

| | Ungegluhte | Gegluhte | Ungegluhte | Gegluhte |
|-----------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | Pappelkohle | Pappelkohle | Pockholzkohle | Pockholzkohle |
| 1 ^{ter} Tag | . 0,176 | . 0,153 | . 0,058 | . 0,021 |
| 2 ^{ter} Tag | . 0,255 | . 0,230 | . 0,082 | . 0,040 |
| 30 ^{ter} Tag | . 0,235 | . 0,255 | . 0,119 | . 0,094 |

Es geht daraus hervor, daß man in 1000 Pfund gewöhnlicher Kohle, welche nur dem Einfluß der Luft ausgesetzt wird, nicht mehr als zwei oder drei Pfund Wasser findet; die Resultate aber sind sehr verschieden wenn man die Kohlen benetzt, denn dann können sie eine sehr beträchtliche Menge Wasser absorbiren.

Nach Chevreulle nehmen 100 Theile der auf diese Weise durch Eintauchen in Wasser gesättigten Kohlen davon auf:

| | |
|--------------------------------|-----|
| Ungeglühte Pappellohle . . . | 753 |
| Geglühte Pappellohle . . . | 482 |
| Ungeglühte Pockholzkohle . . . | 77 |
| Geglühte Pockholzkohle . . . | 46 |

Für die Pappellohle ist die Quantität sehr groß; und der Käufer muß deshalb, obgleich die Kohlen nach dem Maße verkauft werden, und die schwersten am meisten geschätzt sind, vorzugsweise nur trockne Kohlen beim Einkauf auswählen. Die Gegenwart des Wassers verursacht einen doppelten Verlust, weil man schwerere Kohlen theurer bezahlt und weil ein Theil der Wärme beim Gebrauch dann unnützer Weise zum Verdampfen des vorhandenen Wassers verwendet wird. Nur selten ist es der Fall, daß die im Handel vorkommenden Kohlen weniger als acht bis zehn Prozent Wasser enthalten.

431. Außer diesen Veränderungen, welche die Holzkohle bald erleidet, giebt es eine andere, welche erst später sich zeigt, und die zuweilen großen Vorräthen dieses Brennmaterials nachtheilig wird. Wird nämlich die Kohle lange Zeit aufbewahrt, so wird sie sehr zerreiblich und will man sie dann versubiren, so bildet sich viel Staub. Die Kohlen von lockerer Beschaffenheit sind in dieser Hinsicht veränderlicher als die kompakten. Man schreibt diese Erscheinung gewöhnlich der Krystallisation der Salze zu, welche eine ähnliche Erscheinung darbieten, wie die an den Bausteinen durch Frost oder Auflösungen von schwefelsaurem Natrum erzeugten; wenigstens ist es gewiß, daß Kohlen, welche von salzigen Auflösungen durchdrungen sind, sich schneller verändern, als gewöhnliche Kohlen. Wahrscheinlich könnte man dieß durch Anlegung trockner Magazine verhüten, allein man bewahrt dieses Brennmaterial überhaupt selten lange auf.

• • • • • Kienruß u.

Vegetabilische Kohle wird als Farbe gebraucht
- Varietäten von Schwarz, Kienruß,

Pfirsichschwärze, Frankfurter- oder Drucker-
schwärze, spanisches Schwarz u. s. w. Diese Varietäten rühren von den verschiedenen Verkohlungsmethoden, oder von der Beschaffenheit der verkohlten Substanz her.

Das spanische Schwarz, das aus dem Spindelbaum und den Pfirsichkernen bereite Schwarz gehört zu dem letzteren Fall. Das Spindelbaumschwarz macht man aus den jungen Zweigen dieses Baums. Man bringt die Holzstäbchen in einen Schmelztiegel oder einen Zylinder von Eisen, verlutet das Gefäß, indem man einige kleine Öffnungen zum Entweichen der Gasarten läßt, und erhitzt dann zum Glühen. Nach dem Erkalten nimmt man die Kohlenstäbchen heraus und bringt sie in diesem Zustand in den Handel; sie dienen zum Zeichnen nachdem man sie vorher wie Bleistifte zugeschnitten hat. Da diese Kohle sehr weich ist, so taucht man sie, um ihr mehr Körper zu geben oder um sie fester zu machen, einigemal in geschmolzenen Talg oder geschmolzenes Wachs.

Das Nebenschwarz wird aus Weinreben und Weinranken gemacht, das Pfirsichschwarz aus den Kernen der Frucht, das spanische Schwarz aus Korkspanen. Das erste und letzte sind sehr weich und fein, und haben einen braunen Schiller. Das zweite ist härter, wird jedoch, wenn es gerieben wird, sehr fein und schillert bläulich; alle diese verschiedenen Arten werden wie das Spindelbaumschwarz bereitet.

Das Frankfurter Schwarz unterscheidet sich wesentlich davon; man erhält es, indem man Weintrester, getrocknete Weinhefe und Pfirsichkerne, ferner Knochen oder Elfenbeinspäne in verschiedenem Verhältniß, je nachdem man ein ins Bläuliche oder Gelbliche fallendes Schwarz zu erhalten wünscht, zusammenmengt und das Gemenge verkohlt. Dieß Schwarz wird zum Kupferdrucken angewendet. Vor dem Gebrauch muß man es jedoch waschen, da es auflöslliche Salze enthält, die von der Weinhefe herrühren.

453. Der Kienruß wird am meisten verbraucht; seine Bildung beruht auf einem leicht begreiflichen Umstande. Hat man eine gasförmige Verbindung von Wasserstoff und Kohlenstoff, und bringt man diese bei erhöhter Temperatur mit

einer Sauerstoffmenge in Berührung, welche bloß hinreicht den Wasserstoff in Wasser zu verwandeln, so bildet sich dieses und der Kohlenstoff wird dabei abgesetzt werden. Ähnlich verhält es sich bei der Bereitung des Kienrußes, nur bedient man sich statt jener Gase des Harzes oder der Steinkohle; man erhitzt dabei hinreichend, um Gase oder ölige Dämpfe zu erhalten, und bewirkt dann eine unvollkommene Verbrennung derselben. Die Kohle setzt sich dabei in leichten Flocken ab.

Der zu diesem Prozeß gebräuchliche Apparat ist sehr einfach, wenn man sich des Harzes oder Theers bedient. Er besteht aus einer zylindrischen Kammer, in welcher sich ein blechener Kegel bewegen kann, der an seiner Spitze eine Öffnung hat und zugleich als Kamin während der Verbrennung und als Schabeisen nach beendigter Operation dient. Da die Basis des Kegels fast den Durchmesser der Kammer hat, wenn man ihn herabläßt, so tragen seine Ränder allen Kienruß ab, der sich an die Wauern abgesetzt hat, worauf man denselben auf dem Boden sammelt. Die Wände der Kammern sind mit Schaffellen oder grober Leinwand ausgekleidet, um den Absatz der Flocken zu erleichtern. Die Verbrennung geschieht außerhalb in einem Ofen, auf dessen Feuerheerd ein gußeiserner Kessel gesetzt wird, welcher das Harz oder den Theer enthält, die den Kienruß liefern sollen. Man erhitzt den Kessel, entzündet die Dämpfe und überläßt dann die Operation sich selbst. Aus der Erfahrung lernt man bald die Dimensionen kennen, die man den Ein- und Ausgängen der Luft geben muß (Taf. 15. fig. 4).

454. In der Umgegend von Saarbrück fabrizirt man den Kienruß mittelst der unvollkommenen Verbrennung der Steinkohle. Dieser Ruß wird für die Marine verwendet und überhaupt bei allen Theerungen, welche keine feine Farbe erfordern. Das dort übliche Verfahren ist einfach und der Betrieb zweckmäßig. Wir entlehnen die Beschreibung aus der Abhandlung des jüngern Duhamels (Ann. des Mines T. X. No. 55).

Der Apparat besteht aus einem langen, geneigten Kanal, der als Feuerheerd dient, aus einer geräumigen, gewölbten Kammer, wo sich der Kienruß absetzt, aus einer klei-

nern Kammer, in welcher sich der unverbichtet gebliebene Ruß vollends ablagert und deren Öffnungen den Zug regeln, und endlich aus einer letzten Kammer, welche über der vorigen angebracht ist und als Schornstein dient. Da in diesem Apparat einige Theile sind, welche eine sorgfältige Konstruktion verlangen, so wollen wir ihn genau beschreiben.

Taf. 15. Fig. 5. A ist der Feuerherd, dessen Boden eben so wie die Seitenwände und die Decke aus Backsteinen besteht. O stellt den Ubergang aus Thon und gehacktem Stroh dar, welcher dazu dienen soll, um Risse in der Decke zu verhüten. B sind kleine Maßen, welche die Gruben C umgeben und dazu bestimmt sind, die Steinkohlenkuchen oder Koke, die man alle fünf Stunden heraus holt, aufzunehmen. D ist ein starker Eisenstab, welcher die Öffnung des Feuerplatzes in zwei fast gleiche Theile theilt; der obere Theil der Öffnung ist während der Operation mit Backsteinen und Lehm zugemauert. S ist eine Kammer, welche unter der Decke liegt und mit Backsteinen bedeckt ist; sie dient dazu, die Kanäle und eine Schicht Grus, die man unter die Ziegel bringt, vor aller Hitze zu schützen. E ist ein in der Mitte der Decke angebrachtes Loch; es wird während der Operation durch einen flachen Stein verschlossen und öffnet sich nur, wenn dieselbe beendet ist, um die Kammer S und das Cabinet F mit frischer Luft zu versehen. G und H sind zwei Löcher, durch welche der Rauch in den Raum F strömt. Es sind auf jeder Seite zwei dergleichen Löcher: das erste ist höher, damit ein Mensch durchkriechen kann. I ist ein Loch, welches zur Verbindung der kleinen Kammer F und des darüber sich befindlichen Kamins K dient; es sind zwei solche Löcher vorhanden. L ist ein Sack aus grober Leinwand, welcher ein jedes dieser Löcher bedeckt; er wird durch einen angebrachten Strick aufrecht und durch Backsteine um seine nach außen gewendete, umgefaltete Öffnung offen und gespannt erhalten.

Fig. 6. Aufriß der Vorderseite eines Ofens. Man bemerkt darin ein Fenster M, durch welches man in diese Gallerie gelangen kann, um die Säcke anzumachen oder um sie zu lösen; Feuer fangen; das Fenster, bleibt

immer offen, damit die Dämpfe hinausgehen können, welche bereits allen Kienruß, den sie anfänglich enthielten, abgesetzt haben müssen.

Fig. 7. Durchschnitt eines Ofens quer durch die Kammer S. Auf dieser Figur, so wie auf der vorhergehenden, bezeichnen dieselben Buchstaben dieselben Gegenstände, wie in Fig. 6.

455. Man wendet Steinkohlen von nicht sehr fetter Beschaffenheit (*peu collante*) an, die vielleicht selbst schon als trockene Kohlen betrachtet werden können. Man erhält sie in großen würfelförmigen Stücken; bevor man sie aber anwendet, muß man sie gewöhnlich mittelst eiserner Schlägel in höchstens zwei Faust große Stücke zerschlagen. Man bringt in jeden Ofen davon ohngefähr 2 Kilogramme; dieß ist jedoch keine feste Regel und man wendet verhältnißmäßig weniger an, sobald die Kohle besser, d. h. fetter ist: man legt diese Kohlen an der Ofenöffnung zu einem kleinen Haufen zusammen, wie in Fig. 6 bei D zu sehen ist. Hierauf zündet man mittelst etwas trockenen Holzes an; ist das Feuer im vollen Brennen, so breitet man die brennende Kohle mit einer eisernen an einem hölzernen Stiel befestigten Ofenkrücke aus, bis an das Ende des Ofens, wo sich derselbe in die Kammer mündet, was ungefähr eine Länge von 16 Decimeter beträgt, man scharret sie sogleich wieder mit der nämlichen Ofenkrücke zusammen und macht einen Haufen wie anfangs. Diese Manipulation wiederholt man nun ungefähr fünf Stunden lang alle Viertelstunden; dann ist die Steinkohle, welche man angewendet hat, alles ihres Bitumens beraubt; sie ist nun Asche geworden, welche man heraus nimmt und mit Ausnahme einer kleinen zum Anzünden der neuen Kohle nothwendigen Menge, in die Grube fallen läßt, welche vor und unter dem Ofenloch angebracht ist, wo man sie mit Wasser löscht.

Man thut dann eine neue Quantität Kohle, wie die vorige, in den Ofen und setzt diese Operation auf dieselbe Weise zwanzig Tage lang fort.

In dem Maße, als die Verbrennung der Steinkohle vor sich geht, tritt der Rauch in die Verlängerung des Ofens,

Begiebt sich in das große Gewölbe S, wo er den größten Theil des Kienrußes, welchen er enthalten, absetzt; er geht dann durch die Pögen G G und die Pöcher H H in den Raum T, wo er aus Neue Kienruß absetzt und sich dann in den Kamin K durch das Loch I erhebt, um sich in der Luft zu verlieren. Da sich der Rauch jedoch nicht alles Kienrußes entledigt, so bedeckt man, wie oben bereits erwähnt wurde, das Loch mit einem Sack aus sehr dünner Leinwand, welcher dem Rauch als Sieb dient.

Man sieht leicht ein, daß, wenn dieser Sack inwendig mit einer Lage von Kienruß bedeckt ist, der Luftzug im Ofen, und also auch die Lebhaftigkeit der Verbrennung der Kohle geringer wird; um sie wieder zu beleben, faßt der Einheizer das Ende des Stricks und zieht zuweilen wie an einem Glockenzug; der Sack wird dadurch geschüttelt und der Kienruß fällt auf den Boden der Kammer.

Das oben beschriebene Verfahren scheint sehr einfach; indeß erfordert es doch eine fortwauernde Aufmerksamkeit der Arbeiter. Das Feuer darf weder zu stark noch zu schwach seyn; im ersten Fall werden die Dampfe zu heiß und entzünden die Sacke, wenn sie durchstreichen, so daß diese bisweilen gänzlich verbrennen; im zweiten Fall ist der Kienruß, den man erhält, schwer und folglich von mittelmäßiger, ja selbst von schlechter Qualität.

Man hat beobachtet, daß bei heftigem Wind beträchtlich weniger, aber auch von besserer Qualität erzeugt wird. Das Gegentheil findet beim Regen statt; es giebt mehr Kienruß, aber weit schlechter. Frisch gemauerte Ofen bringen denselben Nachtheil, wie der Regen; es scheint daher, daß der Kienruß leicht viele Feuchtigkeit an sich zieht und sie sehr hartnäckig fest hält, was seine Anhaufung erleichtert.

In einer zu heißen Jahreszeit geht die Fabrikation zu langsam; trockenes und kaltes Wetter, vorzüglich Frosttage sind am besten.

Die Dauer jedes Feuers ist zwanzig bis ein und zwanzig Tage; man laßt es nur andachen, um den Kienruß zu sammeln und um kleine nothwendige Reparaturen vorzunehmen, wozu man höchstens zwei oder drei Tage braucht.

456. Wann die Öfen zwanzig Tage lang im Feuer waren, so muß man den Kienruß, der sich in den gewölbten Kammern angesammelt hat, wegnehmen; hiezu verschließt ein Arbeiter die Öffnung des Herdes mittelst Thon und Backsteinen. Ein zweiter öffnet die Löcher, welche sich im obern Theil des Gewölbes, in der Mitte seiner Länge befinden; ein dritter öffnet die Thüren N, welche bisher verschlossen waren und tritt in die Kammer S und den Raum F, wo er mit einem Besen von Birkenreis den Kienruß, welcher sich 65 bis 92 Centimeter dick abgesetzt hat, zusammenkehrt. Diese Arbeit, welche unmittelbar, nachdem das Feuer ausgegangen ist, vorgenommen wird, ist durchaus nothwendig, um zu verhüten, daß der Kienruß sich beim Zutritt der Luft, wie ein Pyrophor, freiwillig entzündet.

Sind die Kammern kalt genug geworden, um zu erlauben, daß man längere Zeit darin bleibt, so füllt man den Kienruß, in Leinwandfäcke, nimmt diese heraus und leert sie in ein Magazin, dessen Boden gepflastert wird, weil ein bretterner Fußboden feuergefährlich ist.

Der Kienruß wird hierauf gesiebt; sodann füllt man ihn in Sack von ungefähr 130 Centimeter Höhe und 28 Centimeter Durchmesser. Um dies auszuführen, schüttet man die Sacke anfangs nur 32 Centimeter hoch voll; eine Frau steigt dann mit bloßen Füßen in den Sack und stampft die Masse, indem sie sich nach und nach herumdreht und die beiden Enden des Sacks stark mit den zwei Händen an sich zieht; ist der Kienruß gehörig eingetreten, so geht sie heraus, schüttet eine neue Quantität Kienruß, wie die erste, hinein und macht es wieder so, bis der Sack voll ist; dann näht sie die Öffnung des Sacks so dicht als möglich zu. Um zu verhindern, daß der Kienruß durch die Zwischenräume des Sacks dringt, so rührt man recht feinen Lehm mit Wasser an und bestreicht ihn damit mittelst einer langhaarigen Bürste oder eines dicken Pinsels. Sonst bediente man sich hiezu des Theers; man stand jedoch davon ab, weil dieser Stoff zu theuer war und die Sacke leicht rissen oder brachen; man bedient sich mit Vortheil dazu eines dünnen Mehlkleisters. Die angestrichenen Sacke läßt man in einem luftigen Schoppen trocknen

und schafft sie in das Magazin, wo man sie bis zum Verkauf aufbewahrt.

Ein solcher Sack mit Rienruß wiegt 44 bis 56 Kilogramme; es giebt jedoch auch welche, deren Gewicht bis auf 70 steigt, dieß ist jedoch nur selten und bei schlechten Fabrikaten der Fall.

Tausend Kilogramme Steinkohle geben im Durchschnitt 33 Kilogramme Rienruß und 4 bis 500 Kilogramme Asche.

457. Der gewöhnliche Rienruß ist bei weitem noch keine reine Kohle. Braconnot machte eine Analyse desselben und fand dabei folgende Bestandtheile:

| | |
|--|-----------|
| Kohlenstoff | 79,1 |
| Harzige Stoffe | 5,3 |
| Bituminöse Stoffe | 1,7 |
| Ulmia | 0,5 |
| Schwefelsaures Ammoniak | 3,3 |
| — Kali | 0,4 |
| — Kalk | 0,8 |
| Sehr eisenhaltigen phosphorhaltigen Kalk | 0,3 |
| Ehlorkalium | Spur |
| Quarzsand | 0,6 |
| Wasser | 8,0 |
| | <hr/> 100 |

Braconnot sagt nicht, woraus der Rienruß, den er analysirte, bereitet war; die Gegenwart des Ammoniaks und der Schwefelsäure jedoch zeigen an, daß er von Steinkohle und nicht von Harz herrührt. Wie dem auch seyn mag, so findet man doch, daß der Rienruß nur dann rein wird, wenn man ihn mit Alcohol auswäscht, mit einer Kalilauge digerirt, um ihm das Ulmia, das Harz und Bitumen zu nehmen und ihn dann mit Ehlorwasserstoffsäure behandelt, um die erdigen Salze zu entfernen. Hierauf wäscht man ihn mit Wasser aus und trocknet ihn.

Die Gegenwart des Wassers, so wie die harzigen und bituminösen Stoffe, scheinen ihm in mancher Beziehung zu schaden. Es ist wenigstens gewiß, daß viele Lithographen finden, daß der Rienruß, der die Basis ihrer Druckerschwärze

ausmacht, durch Glühen in verschlossenen Gefäßen bewirkt wird.

Man darf den Kienruß nicht mit dem gemeinen Ruß verwechseln. Letzterer ist zwar ebenfalls das Produkt einer unvollkommenen Verbrennung, aber in seiner Zusammensetzung unterscheidet er sich wesentlich von jenem.

Die Bereitung der vegetabilischen Kohle, deren man sich zum Verbrennen bedient, ist zu weitläufig und mit vielen andern wichtigen Künsten im Zusammenhang, um hier abgehandelt zu werden. Man wird sie im folgenden Capitel jedoch größtentheils finden.

Thierische Kohle.

458. Die thierische Kohle unterscheidet sich dem Aeußern nach kaum von der vegetabilischen durch ihre physikalischen oder chemischen Eigenschaften; in gewissen Punkten aber sind beide untereinander verschieden. So wie die erstere fast immer Wasserstoff enthält, so hält die zweite noch nöthig eine gewisse Quantität Stickstoff zurück, welcher sehr schwierig und nur mittelst eines Schmiedefeuers daraus entfernt werden kann.

Die thierische Kohle besitzt die sonderbare Eigenschaft, vielen vegetabilischen oder thierischen aufgelösten Stoffen Farbe zu entziehen und das Wasser dieser Auflösungen vollkommen durchsichtig und farblos zu machen.

Die vegetabilische Kohle hat diese Eigenschaft mit der thierischen gemein, besitzt jedoch dieselbe nicht in so hohem Grade. Die ersten Beobachtungen hierüber machte man gegen Ende des vorigen Jahrhunderts. Man verdankt sie sowohl der Entdeckung der entfärbenden Eigenschaft der vegetabilischen Kohle, als der sorgfältig beobachteten und einigen Gebrauch davon zu machen suchte. Vom Jahr 1800 bis 1811 benützte man sie hauptsächlich zur Entfärbung des rehen Syrup; Figuier, Apotheker in Montpellier, zeugte jedoch 1811, daß die thierische Kohle fast alle Flüssigkeiten besser, schneller und sicherer entfärbt. Man benützte diese Entdeckung sogleich bei der Zuckerraffinirung, wo sie nun eine wesentliche Operation ausmacht.

Die entfärbende Kraft der thierischen Kohle kann man durch folgendes Experiment zeigen. Man thue ein halbes Liter rothen Wein mit 30 bis 40 Gramme thierischer Kohle in eine Flasche, schüttle das Gemenge einige Minuten, filtrire es und die Flüssigkeit wird dann so farblos wie Wasser seyn. Die vegetabilische Kohle wirkt gewöhnlich nicht auf gefarbte Pflanzenauflosungen; wird sie aber auf eine passende Weise präparirt, so kann sie nichts destoweniger entfärbend wirken.

459. Es ist nothwendig, hier einige allgemeine Bemerkungen beizufügen. Will man die thierische Kohle Gebrauch machen, um eine Flüssigkeit zu entfärben, so gelingt dieß leichter bei einer schwachen oder neutralen Flüssigkeit, als bei einer alkalischen. In sauren Fällen werden letztere selbst erst noch mehr entfärbt, als bei einer alkalischen Flüssigkeit, in welcher sie ihre ursprüngliche Farbe verlieren.

Diese Wirkung rühren in Alkalien löslichen Kohlen aus organischen Resten her, welche reichend erhitzt waren. In der Gegenwart eines braunlichen Stoffs, welcher sich immer in der Flüssigkeit befindet, wenn sie nicht hinreichend erhitzt ist, verliert die Kohle ihre Wirkung. Dieser Stoff hat viel Ähnlichkeit mit dem Urmün, ja er un-
 davon. Es giebt jedoch auch bei dem eben Gesagten Ausnahmen und man behauptet sogar, daß Zuckersyrup sich besser entfärben, wenn sie alkalisch, als wenn sie sauer sind.

Die Wirkung der thierischen Kohle auf gefärbte Flüssigkeiten geschieht in der Wärme gemeiniglich rascher als in der Kälte. Daher erhitzt man auch gewöhnlich die zu entfärbende Flüssigkeit bis zum Sieden, thut die Kohle hinzu, schüttelt einige Augenblicke und filtrirt dann. Oft geschieht es, daß bei langem Sieden ein Theil des anfangs niedergeschlagenen färbenden Stoffs sich von Neuem wieder auflöst, so daß, wenn man selbst eine große Quantität Kohle anwendet, die Entfärbung unvollkommen ist, sobald man die hierzu gerade nöthige Zeit überschreitet.

460. Es ist schwer, die entfärbende Kraft der Kohle auf genügende Weise zu erklären. Da diese Wirkung bei einer großen Menge und dem Anscheine nach sehr verschiedenen organischen Substanzen Statt findet, so könnte man

glauben, daß sie von einer rein mechanischen Ursache her-
 rühre. Jedoch zeigt folgender Versuch von Buffy, daß
 diese Wirkung durch die gewöhnlichen chemischen Kräfte be-
 deutend modificirt wird, wenn sie nicht etwa ganz von die-
 sen abhängt.

Man nehme eine Auflösung von Indigo in concentrir-
 ter Schwefelsäure, verbünne sie mit Wasser und schüttele sie
 mit einer angemessenen Menge thierischer Kohle, so wird
 dieselbe bald völlig entfärbt seyn. Man kann hierauf die
 Kohle mit Wasser waschen, ohne ihr nur die kleinste Por-
 tion von schwefelsaurem Indigo zu entziehen; das Wasch-
 wasser wird nur freie Schwefelsäure enthalten. Setzt man
 dagegen diese Kohle mit einer Kalilauflösung in Berührung,
 oder mit einer Auflösung von Natron oder Ammoniak, so
 wird der schwefelsaure Indigo auf einmal seine Kohle ver-
 lieren und die filtrirte Flüssigkeit wird die blaue Färbung
 wieder annehmen, die sie anfangs hatte. In diesem Fall
 und fast in allen benjenigen, wo die thierische Kohle eine
 Wirkung ausübt, scheint sie die Rolle einer schwachen Base
 zu spielen und sich mit dem färbenden Stoff zu verbinden,
 indem sich das Gewicht vermehrt. Wir werden überhaupt
 später sehen, daß die meisten färbenden Stoffe auch die Ei-
 genschaften der schwachen Säuren besitzen.

461. Welche Meinung man auch von der Rolle haben
 mag, welche die Kohle hierbei spielt, so können doch einige
 Beobachtungen Buffy's, welche wir anführen wollen, zur
 Aufklärung dieses Gegenstandes beitragen. Die thierische
 Kohle wird fast immer aus Ochsen-, Schaf- oder Pferd-
 knochen bereitet. Sie enthält daher die Kalksalze dieser Kno-
 chen und besteht fast aus 10 Prozent stickstoffhaltiger Kohle,
 2 Prozent Kohleneisen oder Kieseisen und 88 Prozent phos-
 phorsaurem oder kohlensaurem Kalk, mit etwas Schwefelkal-
 cium oder Schwefeleisen gemengt. Wenn man die entfar-
 bende Kraft von 100 Theilen thierischer Kohle durch 100 aus-
 drückt und dann die 10 Theile reiner Kohle, die sie enthält,
 nimmt, so wird man finden, daß ihre entfärbende Kraft nur
 gleich 50 ist, wenn man sie vergleichungsweise prüft. Auf
 der andern Seite wird man durch ähnliche Versuche finden,

daß der phosphorsaure Kalk der Knochen, so wie der kohlen-saure Kalk die Eigenschaft, die Flüssigkeiten zu entfarben, nicht lassen, woraus man sieht, daß 100 Theile reiner Kohle, welche in Rücksicht der chemischen Zusammensetzung 1000 Theilen gewöhnlicher thierischer Kohle entsprechen, in Bezug auf die entfarbende Wirkung nur 300 darstellen; noch kann man bis jetzt diese Thatsache nicht erklären.

462. Die im Handel vorkommende thierische Kohle verändert leicht ihre Qualität, wenn sie schlecht gebrannt worden ist. Zu viel oder zu wenig gebrannt, ist sie weniger wirksam; im ersten Fall deswegen, weil sie dann nicht so porös ist; im zweiten Fall, weil der thierische Stoff, der nicht zerstört ist, die Kohle firnißartig überzieht, was ihre Wirkung schwächt. Die Beste von allen ist diejenige, welche gerade so lange gebrannt wurde, bis aller thierische Stoff zerstört ist, aber nicht länger.

Der Zustand der Zertheilung der Kohle ist ebenfalls ein sehr wesentlicher Punkt, der zu berücksichtigen ist. So besitzt die Kohle, welche man durch Brennen eines Gemenges von Kali und von thierischen Stoffen bei der Fabrication des Berlinerblau's erhält und welche nach dem Auslaugen der Rückstände übrig bleibt, die entfarbende Eigenschaft in einem Grade, welchen die Knochenkohle nie erreicht. In der That obgleich diese Kohle rein ist, so ist doch ihre entfarbende Kraft zehnmal stärker als die vom rohen Bein-schwarz und folglich dreimal stärker als die vom gereinigten Bein-schwarz. Dieser Unterschied kann von der Zertheilung herrühren, welche in der bei der Berlinerblaufabrication gewonnenen Kohle in Folge einer chemischen Trennung hervor geht und bei der zweiten Kohle durch mechanische Mittel entsteht; die erstere wird, so zu sagen, in ihre kleinsten Theilchen zertheilt, während dieß bei der zweiten bei weitem noch nicht der Fall ist. Außerdem aber scheint der Unterschied auch zum Theil davon herzuführen, daß die mit Kali gebrannte Kohle durch diese Base ihres Stickstoffs beraubt worden ist und deshalb besser verfohrt wurde.

Der Zustand der Zertheilung scheint jedesmal die wesentliche Bedingung zu seyn, aus welcher die Eigenschaften

der thierischen Kohle hervorgehen. Wirklich entfärben auch die aus reinen organischen Stoffen bereiteten Kohlen wenig. Dagegen besitzen die mit erdigen Stoffen reichlich gemengten Kohlen bedeutende entfärbende Kraft, und diejenigen, welche bei ihrer Bildung von schmelzbaren salzigen Stoffen durchdrungen waren, entfärben noch besser. Bei den erstern konnten sich die Kohlentheilchen dichter zusammen häufen, deshalb sind diese Kohlen glänzend und zeigen deutliche zusammenhängende Blätter. Bei den zweiten konnten sich die kleinsten Theilchen der Kohle nur unvollkommen einander nähern, wegen der erdigen Substanzen, die sie von einander entfernt halten. In der dritten findet dasselbe Statt, aber in höherem Grad, wegen der beständigen Bewegung der teigigen Masse während der Verkohlung. Die beiden letztern Kohlenarten sind immer matt oder glanzlos, d. h. sehr fein zertheilt.

Bussy und Pagen zeigten, daß man den einen die entfärbende Eigenschaft nehmen und sie den andern geben kann, indem man sie durch geeignete Abänderungen in der Verkohlung glänzend oder matt macht. Man wußte schon, daß die Blutkohle wenig entfärbt, während diejenige, welche aus einem Gemenge von Kali und Blut herrührt, am allerbesten die entfärbende Eigenschaft besitzt. Die erstere ist glänzend, die zweite ist matt; die Weinkohle ist matt und entfärbt ziemlich gut, aber sie thut dieß kaum, wenn sie in einer Masse von Gallerte verkohlt worden ist. Diese Kohle wird sodann durch den Überzug, den die Gallerte darauf gebildet hat, glänzend. Wir dürfen jedoch nicht übersehen, daß die Wirkung des Kali's hierbei nicht bloß eine rein mechanische ist. Indem es sich des Stickstoffs bemächtigt, um Cyanalkalium zu bilden, kann es die entfärbende Kraft der Knochenkohle zum Beispiel verzehnfachen, wie dieß Bussy bewies.

463. Man wird übrigens eine richtige Vorstellung von allen diesen Wirkungsverhältnissen bekommen, wenn man folgende, aus der trefflichen Abhandlung von Bussy (*Journ. de Pharm.* T. VIII. p. 257) entlehnte Tabelle überschaut.

| Angewendete Kohle,
immer vom Gewicht eines
Gramms. | Entfärbte
Indigolösung
(*) | Entfärbte
Lösung von
Zuckerurap. | Verhältnis
nach dem
Indigo. | Verhältnis
nach dem
Zuckerurap. |
|---|----------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| | Gramm. | Gramm | | |
| 1) Rohe Knochenkohle . . | 32 | 9 | 1,00 | 1,00 |
| 2) Kohle von vegetabili-
schem oder thierischem
Ol, mit künstlichem
phosphorsaurem Kalk
falcinirt | 64 | 17 | 2,00 | 1,90 |
| 3) Knochenkohle mit Chlor-
wasserstoffsäure gewa-
schen | 60 | 15 | 1,87 | 1,60 |
| 4) No. 3. mit Kali fal-
cinirt | 1450 | 180 | 45,00 | 20,00 |
| 5) Ausgegluhter Rie-
nruß | 128 | 30 | 4,00 | 3,30 |
| 6) No. 5. mit Kali fal-
cinirt | 550 | 90 | 15,20 | 10,60 |
| 7) Kohle von kohlensau-
rem Natron, durch
Phosphor zerseht . . | 380 | 80 | 12,00 | 8,80 |
| 8) Kohle von essigsaurem
Kali | 180 | 40 | 5,60 | 4,40 |
| 9) Stärkemehl mit Kali
falcinirt | 340 | 80 | 10,60 | 8,80 |
| 10) Eiweiß oder Gallerte
mit Kali falcinirt . . | 1115 | 140 | 35,00 | 15,50 |
| 1) Blut mit phosphorsau-
rem Kalk falcinirt . . | 380 | 90 | 12,00 | 10,00 |
| 2) Blut mit Kreide falc-
inirt | 570 | 100 | 18,00 | 11,00 |
| 3) Blut mit Kalk falcinirt | 1600 | 180 | 50,00 | 20,00 |

*) Die zur Indigoprobe angewendete Flüssigkeit enthielt ein Tausendtheil die-
ses Stoffs, so daß jedes Gramm entfärbte Flüssigkeit ein Milligramm von
dem von der Kohle abсорбiertem Indigo darstellt.

Betrachten wir die Hauptfolgerungen, welche sich aus den auf dieser Tabelle enthaltenen Thatsachen ergeben, etwas näher, so finden wir, daß die erste und auffallendste Erscheinung diese ist, daß das Verhältniß der entfärbenden Kraft für den Indigo oder den Zuckersyrup durchaus nicht dasselbe ist. Bussy bemerkt in dieser Hinsicht, daß je mehr eine Substanz Kohle zur Entfärbung bedarf, desto mehr scheint sich auch die entfärbende Kraft der vollkommenen Kohlen in allen Fällen, verglichen mit der gewöhnlichen Knochenkohle, die als Einheit des Maaßes für diese Kraft angenommen wird zu erschöpfen.

Ein nicht weniger evidentes Resultat ist, daß die entfärbende Kraft dem reinen Kohlenstoff angehört, weil die Kohle, welche durch Zersetzung des kohlensauren Natrons erhalten wird, sie in hohem Grade besitzt. Wir müssen diese Eigenschaft, obwohl wir alle Thatsachen, die sich auf die entfärbende Kraft der Kohle beziehen, in diesem Artikel zusammengefaßt haben, als eine allgemeine und jeder Kohlenart zukommende betrachten, wenn sie nämlich den fein zertheilten Zustand darbietet, welcher fast immer in der Knochenkohle oder sogenannten thierischen Kohle, selten aber in andern Kohlenarten sich findet.

Aus dem bisher Gesagten geht im Ganzen hervor: 1) daß die entfärbende Eigenschaft von der Kohle selbst herrührt; 2) daß dieselbe jedoch durch das Vorhandenseyn der erdigen Salze modificirt wird; 3) daß die Kohle wirkt, indem sie sich mit den färbenden Stoffen verbindet; 4) daß diese Wirkung nur in dem Maaße Statt findet, als die Kohle in einem eigenthümlichen Zustand der Zertheilung sich befindet, welcher sich durch mattes Ansehen charakterisirt; 5) daß dieser Zustand ihr von einem passenden Gemenge aus verschiedenen mineralischen Stoffen, besonders durch Kali im Augenblick der Verkohlung mitgetheilt werden kann; diese Stoffe müssen jedoch in hinreichender Menge vorhanden seyn, um zu verhüten, daß sich die Kohlentheilchen enge vereinigen.

464. Man hat untersucht, ob die thierische Kohle, welche zur Entfärbung der Syrupe diente, zum zweiten Mal angewendet werden könnte; aber die oben angezeigten That-

sachen zeigen hinreichend, daß man dieß nicht durch Ausglühen erreichen könnte. Die färbenden und schleimigen Stoffe des Zuckers, welche die Kohle anzieht, würden nach der Verkohlung einen Überzug zurücklassen, welcher die entfärbende Eigenschaft derselben völlig zerstören würde. Man kann jedoch die Kohle wirklich zu diesem Zwecke wieder brauchbar machen, wenn man nämlich diese organischen Stoffe bei niedriger Temperatur zerstört, wie dieß Payen gezeigt hat. Da diese Stoffe der Gährung fähig sind, so macht man aus den Kohlen einen Haufen, unterwirft sie der Wein- der Essig- und selbst der fauligen Gährung, sodann wäscht man sie mit Wasser. Zuletzt laugt man sie mit etwas Kalialösung aus und erhitzt sie in verschlossenen Gefäßen bis zum Rothglühen. Die Kohle enthält auf diese Weise eine entfärbende Kraft, welche wenigstens der der frischen Kohle gleich ist.

Man vergleiche hierüber die ausführlicheren Abhandlungen von Bussy (*Journ. de Pharm.* T. VIII, p. 257); ferner jene von Payen (*Journ. de Pharm.* T. VIII, p. 278) und den Bericht Pelletiers über diese beiden Abhandlungen, welche Preise erhielten (*Journ. de Pharm.* T. VIII, p. 181).

465. Die Bereitung der thierischen Kohle ist gewöhnlich mit der der ammoniakalischen Produkte verbunden. Die Verkohlung geschieht sodann in gußeisernen Zylindern, welche an einem ihrer beiden Enden in ein 3 Zoll im Durchmesser haltendes Rohr auslaufen, welches in eine lange Reihe von Abkühlungsapparaten mündet. Das andere Ende kann nach Belieben geöffnet und verschlossen werden, mittelst einer beweglichen Scheibe, welche ebenfalls aus Gußeisen besteht. Diese Zylinder liegen horizontal in einem Ofen. Man füllt sie mit gestoßenen Knochen, aus welchen man vorher das Fett entfernt hat, erhitzt dann zum Glühen und erhält diese Temperatur 36 Stunden lang. Nach Verlauf dieser Zeit öffnet man die Thüre, nimmt den Rückstand, welchen man in Kohlendämpfer wirft, heraus und füllt die Zylinder von Neuem.

Das so bereitete Beinschwarz muß sodann zertheilt werden. Man verwandelt es zuerst in grobes Pulver und bringt

es dann auf Mühlen, ähnlich den Getreidemühlen, wo es fein gemahlen wird.

Wollte man die andern Produkte der Knochendestillation nicht sammeln, so müßte man die Röhre, welche zu ihrer Entfernung dient, unmittelbar unter den Feuerheerd leiten. Indem diese Produkte dann verbrennen, würde man ihren unangenehmen Geruch vermeiden und noch dazu an Brennmaterial ersparen.

Das Beinschwarz wird zuweilen als Farbe gebraucht; in diesem Fall muß man es noch feiner zertheilen. Man macht daraus mit Wasser einen flüssigen Teig, welchen man auf eine Farbmühle bringt, wo man ihn dann lange genug reibt; dieser Teig wird hierauf in irdene Formen gethan, wo man denselben trocknen läßt.

Das Elfenbeinschwarz wird auf ähnliche Weise bereitet.

Die Fabrikation der Kohle kann nur in der Nähe großer Städte geschehen. Die Knochen, welche man dabei anwendet, kommen theils vom Schlachtvieh und werden von den Lumpensammlern theils entweder in den Straßen aufgeslesen oder aus den Häusern zusammengetragen, theils kommen sie von gefallenem Pferden, wo sie von den Abdekkern gesammelt werden. In Paris allein werden jährlich 20,000 Zentner thierische Kohle gemacht. Diese Menge, welche für das Bedürfniß unserer Fabriken hinreicht, ja dasselbe übersteigt, könnte leicht verdoppelt werden, denn man benützt nur den dritten Theil der Knochen, die die jährliche Konsumtion dieser Stadt liefert.

Man sieht, daß die Fabrikation der thierischen Kohle durch die Natur der Sache beschränkt ist, und daß sie sich nicht so sehr verbreiten kann, wenn man nicht neue Mittel zum Absatz dieser Waare findet.

466. Man reinigt die thierische Kohle nie für technische Zwecke; in Laboratorien kommt man jedoch öfters in den Fall, dieß zu thun, wenn man nicht Kaltsalze mit in die Flüssigkeiten bringen will, welche man entfärbt. Diese Reinigung geschieht, indem man die thierische Kohle in eine Schüssel thut, sie mit einer kleinen Menge Wasser mengt und

gewöhnliche Chlormwasserstoffsäure portionenweise hinzusetzt. Sobald das vom kohlensauren Kalk herrührende Aufbrausen vorüber ist, giebt man so viel Saure hinzu, daß die Flüssigkeit sehr sauer wird und läßt das Ganze 24 Stunden lang digeriren. Nun verdünnt man mit Wasser, wirft die Kohle auf ein leinen Tuch und wäscht sie mit siedendem Wasser, wozu man noch $\frac{1}{5}$ Chlormwasserstoffsäure setzt. Man setzt diese Waschungen fort, so lange als das säuerliche Wasser durch Zusatz von Ammoniak noch einen weißen Niederschlag giebt. Hört es auf diese Wirkung zu äußern, so kann man sicher seyn, daß der phosphorsaure Kalk ganzlich entfernt ist, und man nimmt dann statt des sauerlichen Wassers reines Wasser, indem man diese neue Waschung so lange fortsetzt, bis das Lakmuspapier von dem Waschwasser nicht mehr geröthet wird. Die zurückbleibende Kohle ist rein; sie kann als Norm dienen, wenn man die entfarbende Kraft der im Handel vorkommenden Kohlen schätzen und ihren Preis bestimmen will; man muß aber bemerken, daß sie das dreifache ihres Gewichts der letztern Kohle darstellt, wenn diese von guter Qualität ist.

Schieferkohle.

467. Nachdem wir die thierische Kohle beschrieben haben, deren vorzüglichste Anwendung darin besteht, daß man sie zur Abklärung des Zuckers braucht, so müssen wir auch einige Worte von einer neuen Kohlenart sagen, die mit ihrer Absicht auf Wirksamkeit weitteifern kann, nämlich der Schieferkohle.

Man findet zu Menat, im Puy-de-Dôme-Departement, zehn Stunden nordwestlich von Clermont, ein Lager von bituminösen Schiefer von ohngefahr einer Viertel Quadratmeile Flächenausdehnung. Dieser Schiefer geht zuweilen zu Tag aus, zuweilen ist er von Lammmerde bedeckt; er ist in einer von Gneuß gebildeten muldenförmigen Vertiefung eingelagert und bildet gewöhnlich Blätter, die zuweilen einen beträchtlichen Umfang haben. Man findet darin Abdrücke von Fischen oder verschiedenen Vegetabilien.

Die Farbe dieses Schiefers ist grau, grauschwarz oder graugelb. Er ist leicht, zerbrechlich, nicht elastisch und leicht zu pulvern. Er brennt mit Flamme und läßt eine rothe oder rosenfarbene Asche als Rückstand, welche von Eisenoxyd gefärbt ist und einen wahren Tripel bildet. Frisch ist der Schiefer feucht; er trocknet jedoch bald an der Luft.

Bergounhieur, Apotheker in Clermont, hatte die glückliche Idee, die entfärbende Kraft der von diesem Schiefer gemachten Kohle zu prüfen und fand sie eben so, wie nicht noch stärker als bei der gewöhnlichen Knochenkohle. Er suchte hierauf diesen Stoff im Großen zu gewinnen und lieferte ihn zu so geringem Preis, daß man kaum begreifen kann, wie die Knochenkohle noch mit dieser Schieferkohle konkurriren kann.

Die Kosten der Gewinnung betragen fast gar nichts, weil dieselbe auf ebener Erde unter freiem Himmel geschieht. Die Kosten der Verkohlung sind ebenfalls sehr unbedeutend, denn sie geschieht ganz so, wie die Holzkohlenbereitung in Meilern. Wollte man die Schieferkohle in verschlossenen Gefäßen verkohlen, so könnte man sich des Schiefers selbst als Brennmaterial bedienen. Die Produkte bei der Verbrennung würden seyn: 1) ein Gas, welches zur Beleuchtung sich eignet, 2) ein Erdpech (Bitumen), dessen Geruch nicht unangenehm ist und welches schnell an der Luft austrocknet. Ich glaube nicht, daß diese Produkte unter den Verhältnissen, in welchen sich der Schiefer von Menat befindet, den durch die Destillation verursachten Verlust ersetzen könnten.

Der in Meilern verkohlte bituminöse Schiefer läßt einen Rückstand von schöner, matt schwarzer Farbe zurück, welcher härter als der Schiefer selbst ist, sich aber doch leicht pulvern läßt, übrigens sehr porös ist und unter allen Verhältnissen zur Klärung der Flüssigkeiten vortrefflich paßt.

Ein sehr übler Umstand und vielleicht der einzige, welchen dieser Schiefer darbietet, ist die Gegenwart einer ziemlich bedeutenden Menge von Zweifachschwefeleisen in Nieren, welche im Mineral eingeschlossen sind. Es ist nothwendig, dasselbe vor der Verkohlung sorgfältig zu entfernen, denn ohne diese Vorforge wurde es während dieser Operation in

es Schwefeleisen übergehen und man weiß aus Vayen's Versuchen, daß letzteres die Zuckerauflösungen färbt und diese Eigenschaft selbst bei der Gegenwart einer großen Menge färbender Kohle noch beibehält. Man muß daher bei der Ausscheidung der Kiese sehr sorgfältig seyn.

Alle Schiefer sind nicht geeignet, um eine entfärbende Kohle zu liefern. Wahrscheinlich muß ein bestimmtes Verhältniß zwischen der mineralischen Masse und dem organischen Stoff vorhanden seyn, aus welchen sie zusammen gesetzt ist. Ein Überschuß des letztern würde eine glänzende Kohle geben; wäre von demselben wenig vorhanden, so würde die erdige Masse den kohligen Zustand zu sehr einhüllen.

468. Chemische Eigenschaften des Kohlenstoffs. Nachdem wir die verschiedenen physischen Eigenschaften des Kohlenstoffs untersucht haben, wollen wir zur Beschreibung der chemischen Eigenschaften übergehen.

Unter den für nicht metallisch gehaltenen Körpern macht Kohlenstoff eine augenscheinliche Ausnahme, weil er zugleich guter Elektrizitäts- und guter Wärmeleiter ist. Diese beiden Eigenschaften sind leicht nachzuweisen. Man bringt diesem Behufe Kohlenstückchen in einen Tiegel, füllt die freien Zwischenräume mit Heißkohle (braise), setzt einen Deckel auf, verkittet und erhitzt den Tiegel zum Weißglühen. Ist erkaltet, so nimmt man die Kohle heraus. Wir haben bereits schon erwähnt, daß sie dann guter Elektrizitäts- und Wärmeleiter ist, allein erstere Eigenschaft hier etwas genauer betrachten, wird nicht unnütz seyn.

Nimmt man eine Säule von 20 Plattenpaaren, wovon jede Platte 6 Zoll im Durchmesser hat und fügt an das Ende des Conductors zwei kleine Kegele von geglähter Kohle, so wird sich, in dem Augenblick, wo man die Spitzen dieser Ke-

*) Die Schieferkohle vom Pans-de-Dome ist nach den Proben, die wir davon zu sehen Gelegenheit hatten, nichts anderes als eine erdige Braunkohle von schiefriger Absonderung, die sich auch in Deutschland häufig findet. Würden Techniker diese vaterländischen Naturprodukte in dieser Beziehung untersuchen, so würde gewiß manches derselben auf eine gleich vortheilhafte Weise angewendet werden können. H. u. G.

gel in Berührung bringt, ein lebhaftes Erglühn zeigen, dessen Glanz nur mit dem des Sonnenlichts selbst verglichen werden kann. Dieß Phänomen wird einige Minuten dauern und nicht eher aufhören, als bis die Säule ihre elektrische Kraft vollkommen verloren hat. Wenn sich die Kohlen an der freien Luft befinden, so werden sie gänzlich verbrennen und verzehrt werden; wenn man sie aber von Zeit zu Zeit einander nähert, so wird die Wirkung von Neuem eintreten. Dieser schöne Versuch wurde zuerst von Davy angestellt mit einer Säule von 2000 Plattenpaaren; die dabei entstehende Wirkung ist eines der schönsten elektrischen Phänomene. Arago maß die Intensität des Lichts, das bei einer Säule von 500 Plattenpaaren mit 4 Zoll im Durchmesser, welche dem berühmten Chemiker de la Rive in Genf gehörte, entstrahlte und fand es an Stärke dem von 500 Kerzen gleich.

In der Luft ist die Wirkung eine zusammengesetzte, nämlich von der durch die beiden Elektricitäten erzeugten Hitze und von der, welche von der Verbrennung der Kohle herrührt; bringt man die Kohlen in den luftleeren Raum, so ist die Intensität des Lichts wenigstens der in den vorhergehenden Fällen beobachteten noch gleich. Davy konnte mit seiner mächtigen Säule selbst die Kohlen nach und nach von einander entfernen, ohne das Überströmen des elektrischen Fluidums zu zerstören. Der Strom, anstatt der geraden Linie zu folgen, nahm dabei einen krummen Weg und stellte einen leuchtenden Bogen von 4 Zoll Länge dar, dessen Glanz nicht zu ertragen war.

Bei näherer Untersuchung dieser Phänomene nahm man wahr, daß die angewendeten Kohlen etwas verändert wurden. Die Kohle, wodurch der negative Strom geht, wird angegriffen und bekommt eine konische Vertiefung, während die des positiven Stroms mit einer Kohlenkruste bedeckt wird, welche an Dicke der Menge entspricht, die der andre Pol verloren hat. Es findet also hierbei etwas statt, welches anzeigt, daß die Kohle etwas verflüchtigbar ist; es bleibt jedoch sehr ungewiß, ob diese Verflüchtigung von der hohen Temperatur oder von dem Durchströmen des elektrischen Fluidums selbst herrührt.

469. Wir haben gesehen, daß die Kohle beim Verbrennen in Sauerstoffgas oder in der Luft Kohlensäure erzeugt; wir werden weiter unten sehen, daß diese Verbrennung in gewissen Fällen Kohlenoxyd bildet. Die Wärmequantität, welche sich hierbei entwickelt, verdient besonders beachtet zu werden, wegen des häufigen Gebrauchs der Kohle als Brennmaterial. Desprez, welcher sie mit aller erforderlichen Sorgfalt bestimmt hat, fand, daß ein Kilogramm Kohle hinreichend Hitze giebt, um 79,14 Kilogr. Wasser, bei 0° Grad genommen, zum Sieden zu bringen oder um 104,2 Kilogr. Eis zu schmelzen.

Bei der gewöhnlichen Temperatur scheinen das Sauerstoffgas oder die atmosphärische Luft, wenn man die Absorption derselben durch die Kohle wegchnet, ganzlich ohne Wirkung auf diesen Körper zu seyn. Man kann eine Menge Proben anführen; eine der merkwürdigsten ist die vollkommene Erhaltung der Tinte der Alten, welche aus Rienruß mit Gummiwasser abgerieben, bestand. Diese Tinte hat selbst allen zerstörenden Einflüssen widerstanden, welche die in Herculanium gefundenen Manuscripte trafen.

Unter den übrigen einfachen, nicht metallischen Stoffen scheint der Schwefel allein fähig, sich mit dem Kohlenstoff direkt zu verbinden; es bildet sich in diesem Fall eine Verbindung, welche wir später prüfen wollen, nämlich der Schwefelkohlenstoff. Diese Verbindung geht nur unter der Glühhitze vor sich.

Es ist hiernach leicht, in vielen Fällen die Wirkung des Kohlenstoffs auf die Verbindungen, die wir bereits untersucht haben, voraus zu sehen. Gar keine Wirkung findet bei denjenigen statt, welche weder Sauerstoff noch Schwefel enthalten; im entgegengesetzten Fall wird sie fast bei mehr oder minder erhöhter Temperatur eintreten und man wird, je nach der Temperatur, verschiedene Produkte erhalten.

Das Wasser wird in der Glühhitze von der Kohle zerlegt; es entsteht dabei ein Gemenge von Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserstoff und halb Kohlenwasserstoff in sehr verschiedenen Verhältnissen. In der Kälte wirkt die Kohle nicht auf das reine Wasser; allein sie bemächtigt sich nicht nur der farbenden organischen Stoffe, welche darin vorkom-

gel in Berührung bringt, ein lebhaftes Erglühen zeigen, dessen Glanz nur mit dem des Sonnenlichts selbst verglichen werden kann. Dieß Phänomen wird einige Minuten dauern und nicht eher aufhören, als bis die Säule ihre elektrische Kraft vollkommen verloren hat. Wenn sich die Kohlen in der freien Luft befinden, so werden sie gänzlich verbrennen und verzehrt werden; wenn man sie aber von Zeit zu Zeit an einander nähert, so wird die Wirkung von Neuem eintreten. Dieser schöne Versuch wurde zuerst von Davy angestellt mit einer Säule von 2000 Plattenpaaren; die dabei entstehende Wirkung ist eines der schönsten elektrischen Phänomene. Arago maß die Intensität des Lichts, das bei einer Säule von 500 Plattenpaaren mit 4 Zoll im Durchmesser, welche dem berühmten Chemiker de la Rive in Genf gehörte, entstrahlte und fand es an Stärke dem von 300 Kerzen gleich.

In der Luft ist die Wirkung eine zusammengesetzte, nämlich von der durch die beiden Elektricitäten erzeugten Hitze und von der, welche von der Verbrennung der Kohlen herrührt; bringt man die Kohlen in den luftleeren Raum, so ist die Intensität des Lichts wenigstens der in den vorhergehenden Fällen beobachteten noch gleich. Davy konnte mit seiner mächtigen Säule selbst die Kohlen nach und nach voneinander entfernen, ohne das Überströmen des elektrischen Fluidums zu zerstören. Der Strom, anstatt der geraden Linie zu folgen, nahm dabei einen krummen Weg und stellte einen leuchtenden Bogen von 4 Zoll Länge dar, dessen Glanz nicht zu ertragen war.

Bei näherer Untersuchung dieser Phänomene nahm man wahr, daß die angewendeten Kohlen etwas verändert wurden. Die Kohle, wodurch der negative Strom geht, wird angegriffen und bekommt eine konische Vertiefung, während die des positiven Stroms mit einer Kohlenkruste bedeckt wird, welche an Dicke der Menge entspricht, die der andere Pol verloren hat. Es findet also hiebei etwas statt, welches anzeigt, daß die Kohle etwas verflüchtigbar ist; es bleibt jedoch sehr ungewiß, ob diese Verflüchtigung von der hohen Temperatur oder von dem Durchströmen des elektrischen Fluidums selbst herrührt.

Kohlenwasserstoffverbindungen.

470. Der Wasserstoff und Kohlenstoff verbinden sich in sehr mannigfaltigen Verhältnissen und die daraus entstandenen Verbindungen sind von hohem Interesse, sowohl wegen ihrer Eigenschaften, als wegen der Anwendungen, welche man davon macht, theils auch wegen ihrer Bildung, die zuweilen in der Natur schon unter gewissen Umständen Statt findet.

Diese Verbindungen spielen besonders bei der Beleuchtung und selbst bei der Heizung eine bedeutende Rolle. Wir werden sie hier unabhängig von ihren Anwendungen betrachten; letztere werden wir in einem andern Kapitel näher angeben.

Unter diesen Verbindungen sind die gewöhnlichen Tempera-
turen unter gleichen Umständen fest; es sind also elf im Allgemeinen flüchtig, zwei jedoch einige unter ihnen werden; aber die Art ihrer Verbindung bei den bekannten, zeigt an, daß man noch mehrere entdecken wird. Da die Nomenklatur der Kohlenwasserstoffverbindungen ihrer Zusammensetzung durchaus nicht entspricht, so ist es nothwendig, hier eine Tabelle zu geben, welche uns als Leitfaden bei deren Untersuchung dienen wird.

| | Atome des Kohlenstoffs | Atome des Wasserstoffs |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 At. Halb Kohlenwasserstoff | = 1 | 2 |
| 1 At. Kohlenwasserstoff | = 2 | 2 |
| 1 At. Wasserstoffkohlenstoff | = 4 | 4 |
| 1 At. Rosenöl | = 8 | 8 |
| 1 At. Naphtha | = 6 | 5 |
| 1 At. Underthalb Kohlenwasserstoff | = 6 | 4 |
| 1 At. Doppelt Kohlenwasserstoff | = 6 | 3 |
| 1 At. Süßes Weinsöl | = 4 | 3 |
| 1 At. Terpentinöl | = 10 | 8 |
| 1 At. Campher | = 11 | 11 |
| 1 At. Zinn | = 5 | 2 |

Man bemerkt in dieser Tabelle drei Verbindungen, das Kohlenwasserstoffgas, den zweiten Kohlenwasserstoff und das Rosenöl, welche einerlei Zusammensetzung haben, in welcher aber die Art, wie die Atome verdichtet sind, wesentlich verschieden ist. Dieser Umstand ist auch schon hinreichend, um eine wesentliche Verschiedenheit in den Eigenschaften dieser Verbindungen zu begründen.

Halbkohlenwasserstoff.

(Hydrogène demi-carboné ou protocarboné).

471. Zusammensetzung. Läßt man ein Volum Halbkohlenwasserstoffgas mit 3 Volum Sauerstoffgas detoniren, so bleibt 1 Volum Kohlensäure und 1 Volum Sauerstoff zurück, welche 1 Volum Kohlendampf und 2 Volum Sauerstoff entsprechen; 1 Volum dieses letztern Gases ist also verschwunden, um mit 2 Volum Wasserstoffgas Wasser zu bilden. Das Halbkohlenwasserstoffgas enthält folglich:

| | | | |
|--------------------------------|---------|------|--------|
| 1 At. Kohlenstoff | = 37,66 | oder | 75,17 |
| 2 At. Wasserstoff | = 12,48 | | 24,83 |
| 1 At. Halbkohlenwasserstoffgas | = 50,14 | | 100,00 |

472. Eigenschaften. Das Halbkohlenwasserstoffgas ist farblos, in Wasser unauflöslich und wiegt 0,559. Es entzündet sich bei Annäherung eines brennenden Körpers und brennt mit einer gelblichen Flamme. Mit Sauerstoffgas oder Luft gemengt, detonirt es sehr stark, sowohl durch den elektrischen Funken als durch Anwendung der Hitze. Es bildet sich Wasser und Kohlensäure.

Das Chlor wirkt auf eigenthümliche Weise darauf. Unter Beihülfe der Wärme bemächtigt es sich seines Wasserstoffs und schlägt den Kohlenstoff nieder, was leicht voraus zu sehen war. In der Kälte erfolgt diese Wirkung nicht, wenn die Gase trocken sind, man mag das Gasgemenge an einem dunklen Ort lassen oder es der Wirkung des Lichts, ja selbst des stärksten Sonnenlichts aussetzen. Sind die Gase feucht, so erfolgt im Dunklen ebenfalls keine Wirkung; unter dem Einfluß des Sonnenlichts jedoch eine langsame Reaction; das Wasser schwängert sich mit Chlornwasserstoffsäure und es

bleibt ein Gasrückstand, welcher bloß Kohlensäure ist, wenn 4 Vol. Chlor in passendem Verhältniß vorhanden war. Die Erfahrung und die Berechnung zeigen, daß man 4 Vol. Chlor zu 1 Volum Halbkohlenwasserstoffgas anwenden muß. Das Gas saßert wird, wie das Kohlenwasserstoffgas augenscheinlich ersieht; es muß den nöthigen Sauerstoff liefern, um den Kohlenstoff desselben in Kohlensäure zu verwandeln, während das Chlor den von beiden Körpern kommenden Wasserstoff in Chlorwasserstoffsäure verwandelt. Folgendes ist die Berechnung der Reaction:

| Angewendete Atome. | Erzeugte Atome. |
|---------------------------------|------------------------------|
| 4 At. Chlor. | 8 At. Chlorwasserstoffsäure. |
| 1 At. Halbkohlenwasserstoffgas. | 1 At. Kohlensäure. |
| 1 At. Wasser. | |

Es ist klar, daß, wenn man statt 4 Vol. Chlor nur 3 anwenden wollte, man nur ein halbes Volum Sauerstoff aus dem Wasser erhalten und sich statt der Kohlensäure Kohlenoxyd bilden würde. Man bemerkt in der That auch, daß jedesmal ein Gas jedesmal sich bildet, wenn das Kohlenwasserstoffgas mit etwas weniger Chlor, als das vierfache seines Volums beträgt, gemengt wurde. Man erhält dann ein Gemenge aus Kohlensäure und Kohlenoxyd.

473. **Bereitung und natürliches Vorkommen.** Man kennt kein Mittel, um dieß Gas durch gewöhnliche chemische Prozesse zu erhalten. Es bildet sich zwar, wenn man organische Stoffe durch Feuer zersetzt, so wie auch ferner, wenn glühende Kohle auf Wasser einwirkt; in allen diesen Fällen aber bleiben, selbst nach der Reinigung des Produkts, noch eine beträchtliche Menge von Kohlenoxyd, Wasserstoff und Halbkohlenwasserstoffgas zurück.

Besser ist es, man zersetzt die Kohlenwasserstoffarten durch das Feuer; in diesem Fall enthält das angewendete Gemenge zwar kein Kohlenoxyd, aber immer freies Wasserstoffgas, welches man von dem Halbkohlenwasserstoffgas leicht abscheiden kann.

Um sich dieses Gas zu verschaffen, ist man gezwungen, in Sümpfen oder stehenden Wassern aufzufangen. Hier bildet es sich von selbst in Folge der Zersetzung organischer

Stoffe. Zu dem Ende rührt man den Schlamm um, woran man die Gasblasen wie beim Sieden entweichen sieht. Man sammelt diese Blasen in umgestürzten, mit Wasser gefüllten und mit breiten Trichtern versehenen Flaschen. Das Gas ist jedoch durchaus nicht rein; es ist ein Gemenge aus Sauerstoffgas, Kohlensäure, Stickgas und Halbkohlenwasserstoffgas. Man reinigt es, indem man die Kohlensäure durch Kal. und das Sauerstoffgas durch Phosphor absorbiren läßt. Was den Stickstoff betrifft, so kann man ihn nicht entfernen, man bestimmt jedoch das Verhältniß dadurch, indem man das Gas in dem Eudiometer mit einem Ueberschuß vom Sauerstoff verbrennt. Der Rückstand nach der Detonation ist, wenn er von der Kohlensäure und dem überschüssigen Sauerstoff befreit ist, reines Stickgas. Das Mengen dieser Gase wechselt außerordentlich; zuweilen ist es 2 oder 3 Prozent, andermal 6 oder 8. Ist übrigens das Verhältniß einmal bekannt, so ist es leicht zu berechnen und es hat keinen Einfluß auf die Eigenschaften des Halbkohlenwasserstoffgases.

Dieses Gas bildet sich auch noch unter vielen andern Umständen. Es befinden sich an sehr vielen Orten in der Erde liegende Quellen entweder von schon entzündetem oder von entzündlichem Gas, welche selbst zu häuslichem Gebrauch zum Brennen der Ziegel, des Kalks etc. benützt werden können.

In Italien bemerkt man dergleichen auf dem nördlichen Abhang der Apenninen, zu Velleja, Pietramala, Briggazzo etc. Das Gas entweicht dort von einer schaumigen, mit Kochsalz geschwängerten Masse begleitet; man heist diese merkwürdigen Quellen daher auch Schlamm- oder Salzvulkane. Sie scheinen jedoch mit den vulkanischen Erscheinungen in keiner Beziehung zu stehen, denn findet sie an Orten, die von allen Vulkanen weit entfernt sind, so z. B. in Frankreich zu St. Barthélemy, im Isère-Departement, in England bei Lancaster und Bosely; auch in Persien und Mexiko sollen sich welche finden. Die hier folgenden Umstände können hier einigermaßen zur Erklärung der Ursachen dienen, welche die Erzeugung des Gases in den beschriebenen Fällen bedingen.

474. Das Halbkohlenwasserstoffgas entwickelt sich zu-
 a langsam, zuweilen in großer Menge in den Steinkoh-
 len. Es mengt sich mit der atmosphärischen Luft und
 entstehen dadurch oft Gasgemenge, welche sich entzünden
 detoniren, wenn der Grubenarbeiter mit der Lampe dar-
 ammt. Zuweilen entstehen so heftige Detonationen, daß
 es oft selten den Tod von vielen Bergarbeitern verursa-

Diese heißen dieß Phänomen: brennende, entzündli-
 ch waden oder schlagende Wetter. Sie bemerken
 ohnende Gefahr an der Flamme ihrer Lampe, welche an
 Spitze um so breiter und deren blaue Farbe um so dunk-
 lerd, je größer die Quantität des Kohlenwasserstoff-
 ist. Ist die Gefahr der Detonation nahe, so ist
 es besten, sich schnell auf den Bauch zu legen und so,
 diese Lage zu verändern, nach den gefahrlosen Gegen-
 der Grube zu kriechen. Die Hauptgefahr dieser De-
 tonen rührt von der plötzlichen Ausdehnung und Zusam-
 menseßung der Luft im Augenblick der Explosion. Es ent-
 steht dadurch ein Windstoß, dessen Schnelligkeit fast unbe-
 denkbar ist und die Unglücklichen, welche er bisweilen trifft,
 mit Hefigkeit gegen den Boden oder an die Wände
 der Grube geworfen, wo sie vom Fall getödtet oder auf schreck-
 liche Weise zerschmettert werden.

475. Zu einer Zeit, wo die chemischen Erscheinungen,
 der das Gas betrifft, noch sehr schlecht gekannt
 waren, schrieben die Arbeiter diese Verheerungen weißlichen
 Nebeln zu, welche sie im Innern der Grube schweben sahen.

spinnengewebeähnlichen Fäden waren der Gegenstand
 beständigen Aufmerksamkeit; sie ergriffen dieselben beim
 Vorüberziehen, zerdrückten sie zwischen den Händen und glaub-
 ten die Gefahr vorüber. Diese Sicherheit mußte ihnen
 verderblich werden, obwohl sie sich auf wirkliche Beob-
 achtungen gründete. Eigentliche Fäden existiren wahrschein-
 lich nicht; da aber das Gas in der Kohle selbst zusammen-
 gedrückt ist und sich im Augenblick des Entweichens ausdehnt,
 faltet es und bewirkt einen Niederschlag von Wasser-
 dampf, der als schwache weißliche Wolke erscheint. Ubrigens
 können auch die Arbeiter von einem andern Umstand irre-

Stoffe. In dem Eude rührt man den Schlamm um, worauf man die Gasblasen wie beim Sieden entweichen sieht. Man sammelt diese Blasen in umgestürzten, mit Wasser gefüllten und mit breiten Trichtern versehenen Flaschen. Dieß Gas ist jedoch durchaus nicht rein; es ist ein Gemenge aus Sauerstoffgas, Kohlensäure, Stickgas und Halbkohlenwasserstoffgas. Man reinigt es, indem man die Kohlensäure durch Kali und das Sauerstoffgas durch Phosphor absorbiren läßt. Was den Stickstoff betrifft, so kann man ihn nicht entfernen, man bestimmt jedoch das Verhältniß dadurch, indem man das Gas in dem Eudiometer mit einem Ueberschuß vom Sauerstoffgas verbrennt. Der Rückstand nach der Detonation ist, wenn er von der Kohlensäure und dem überschüssigen Sauerstoff befreit ist, reines Stickgas. Das Mengen dieser Gasart wechselt außerordentlich; zuweilen ist es 2 oder 3 Prozent, ein andermal 6 oder 8. Ist übrigens das Verhältniß einmal bekannt, so ist es leicht zu berechnen und es hat keinen Einfluß auf die Eigenschaften des Halbkohlenwasserstoffgases.

Dieses Gas bildet sich auch noch unter vielen andern Umständen. Es befinden sich an sehr vielen Orten nie versiegende Quellen entweder von schon entzündetem oder von entzündlichem Gas, welche selbst zu häuslichem Gebrauch, zum Brennen der Ziegel, des Kalks etc. benützt werden können.

In Italien bemerkt man dergleichen auf dem nördlichen Abhang der Apenninen, zu Velleja, Pietramala, Barigazzo etc. Das Gas entweicht dort von einer schlammigen, mit Kochsalz geschwangerten Masse begleitet; man heißt diese merkwürdigen Quellen daher auch Schlamm- oder Salzvulkane. Sie scheinen jedoch mit den vulkanischen Erscheinungen in keiner Beziehung zu stehen, denn man findet sie an Orten, die von allen Vulkanen weit entfernt sind, so z. B. in Frankreich zu St. Barthölemi, im Isère-Departement, in England bei Lancaster und Bosely; auch in Persien und Mexiko sollen sich welche finden. Die hier folgenden Umstände können hier einigermaßen zur Erklärung der Ursachen dienen, welche die Erzeugung des Gases in den beschriebenen Fällen bedingen.

474. Das Halbkohlenwasserstoffgas entwickelt sich zuweilen langsam, zuweilen in großer Menge in den Steinkohlengruben. Es mengt sich mit der atmosphärischen Luft und es entstehen dadurch oft Gasgemenge, welche sich entzünden und detoniren, wenn der Grubenarbeiter mit der Lampe daran kommt. Zuweilen entstehen so heftige Detonationen, daß sie nicht selten den Tod von vielen Bergarbeitern verursachen. Diese heißen dieß Phänomen: brennende, entzündliche Schwaden oder schlagende Wetter. Sie bemerken die drohende Gefahr an der Flamme ihrer Lampe, welche an ihrer Spitze um so breiter und deren blaue Farbe um so dunkler wird, je größer die Quantität des Kohlenwasserstoffgases ist. Ist die Gefahr der Detonation nahe, so ist es am besten, sich schnell auf den Bauch zu legen und so, ohne diese Lage zu verändern, nach den gefahrlosen Gegenden der Grube zu kriechen. Die Hauptgefahr dieser Detonationen rührt von der plötzlichen Ausdehnung und Zusammenpressung der Luft im Augenblick der Explosion. Es entsteht dadurch ein Windstoß, dessen Schnelligkeit fast unberechenbar ist und die Unglücklichen, welche er bisweilen trifft, werden mit Hefigkeit gegen den Boden oder an die Wände der Grube geworfen, wo sie vom Fall getödtet oder auf schreckliche Weise zerschmettert werden.

475. Zu einer Zeit, wo die chemischen Erscheinungen, besonders was die Gase betrifft, noch sehr schlecht gekannt waren, schrieben die Arbeiter diese Verheerungen weißlichen Fäden zu, welche sie im Innern der Grube schweben sahen. Diese spinnengewebeähnlichen Fäden waren der Gegenstand ihrer beständigen Aufmerksamkeit; sie ergriffen dieselben beim Vorüberziehen, zerdrückten sie zwischen den Händen und glaubten so die Gefahr vorüber. Diese Sicherheit mußte ihnen oft verderblich werden, obwohl sie sich auf wirkliche Beobachtungen gründete. Eigentliche Fäden existiren wahrscheinlich nicht; da aber das Gas in der Kohle selbst zusammengepreßt ist und sich im Augenblick des Entweichens ausdehnt, so erkaltet es und bewirkt einen Niederschlag von Wasserdampf, der als schwache weißliche Wolke erscheint. Ubrigens konnten auch die Arbeiter von einem andern Umstand irre

geführt worden seyn. Die strahlenbrechende Kraft des Gases ist nämlich viel stärker als die der Luft, daher verursacht der Gasstrom eine Lichtabweichung, ähnlich derjenigen, welche am Ausgange eines Schornsteins durch die daraus strömende heiße Luftsäule Statt findet. Die Arbeiter bewirkten, indem sie diese Fäden zu zerreißen glaubten, die Mischung des entzündlichen Gases mit der Luft und die Detonation wurde dadurch in der That bis zum Augenblick verzögert, wo die ganze Atmosphäre aus einem detonirenden Gemenge bestand. In der Zwischenzeit konnten verschiedene Ursachen zur Verbesserung der Luft beitragen, wodurch denn begreiflicher Weise ein Vorurtheil bestätigt werden konnte; denn ununterrichtete Leute suchen immer eine handgreifliche Ursache für auffallende Wirkungen.

Die Bergleute haben auch bemerkt, daß die am Ende geschlossenen Stollen, in welche man lange nicht gekommen war, häufiger ein solches detonirendes Gemenge enthielten, als diejenigen, in welchen man beständig arbeitete. Um die Atmosphäre zu reinigen, legten sie Feuer an. Ein Arbeiter in nassen Kleidern, mit einer Larve, in welcher sich gläserne Augen befanden, und mit einem langen Stab versehen, woran sich eine Fackel befand, begab sich nach diesem Ort auf dem Bauche kriechend vorwärts, indem er die Stange vor sich herschob, bis die Detonation erfolgte. Selten wurde er verletzt; demungeachtet ist es unbegreiflich, warum man sich nicht einer Lunte bediente, die außerhalb der Grube angezündet und hineingeworfen wurde, oder eines Flintenschlosses, dessen Drucker man durch einen hinreichend langen Faden dirigiren konnte. Es giebt im südlichen Frankreich Gruben, wo man täglich diese Operation vornahm; dieß geschah noch vor wenig Jahren, vielleicht verfährt man dort selbst jetzt noch auf diese Weise.

476. Heutiges Tags wendet man sicherere und weniger gefährliche Methoden an. Die erste beruht auf der Anwendung von Zugöfen, welche einen fortwährenden Luftzug in den Schächten und Stollen unterhalten. Die zweite besteht in dem Gebrauch der von Davy erfundenen Sicherheitslampen, mit welchen man sich ohne Furcht den detonir-

renden Gemengen nähern kann und welche darin verlöschen, ohne dasselbe zu entzünden. Die dritte, neuerdings vorgeschlagene und deren Wirkungen weniger sicher sind, beruht auf der Eigenschaft, die man am Chlorkalk gefunden zu haben glaubt, nämlich das entzündliche Gas ziemlich rasch zu zerlegen oder wenigstens es zu absorbiren.

Wir prüfen nun jedes dieser Mittel der Reihe nach. Diejenigen Steinkohlengruben, welche man Schwadengruben (*mines à grisou*) nennt, rern im Allgemeinen eine Kohle von guter Qualität, zum ^{Werk-}feuer geeignet, fett, nicht sehr kompakt und leicht zu ^{ver-}arbeiten. Das entzündliche Gas, welches sich daraus entwickelt, ist darin so comprimirt, daß es jeden Augenblick Kohlen losprengt und durch die Sprünge, die sich daran entwickeln, herausgeht, wobei es ein leises Zischen oder Pfuschen hervorbringt. Ist die Steinkohle mit Wasser bedeckt, so man die Gasblasen sich rasch entwickeln, zuweilen ⁱⁿ hängenden Strömen.

In dieser Art von Steinkohlengruben läßt die frisch gegrabene Kohle fortwähren, daß man es auf die Kohle enthalten, noch wenn in solcher Menge entweicht, daß man es auf die Kohle enthalten, noch wenn die Kohle enthalten, noch wenn ⁱⁿ der Tonnen, welche anbrengen kann. Tieß erklärt, warum das Einstürzen in den Gruben die Gefahr vermehrt. Die große Steinkohlensmasse, welche sich plötzlich lostrennt, entläßt eine so bedeutende Gasmenge, daß man nicht genug Vorsicht anwenden kann, um die Wirkungen zu verhüten. Auch muß man weit größere Vorsicht anwenden, wenn der Gang mächtig ist und das blätterige Dach zum Einstürzen geneigt scheint; eben so, wenn man den Gang sehr zusammenpreßt, weil dann die Kohle verunreinigt, mit Erde und Schiefer vermengt ist und alle Consistenz verloren hat, welche sonst das Einstürzen verhütet.

477. Ist eine Grube solchen Gasentzündungen ausgesetzt und befindet sie sich in einem der erwähnten Fälle, so muß man die Aufmerksamkeit verdoppeln bei der Anwendung der Schutzmittel.

Die außerdem nothwendige Lüfterneuerung ist hier unerlässlich, wenn man den schrecklichsten Vorfällen

zuvorkommen will. Die Erneuerung geschieht auf eine sehr einfache Weise. Die Grube kommunizirt mit der äußern Luft mittelst zweier Schächte. In der Mündung des einen bringt man einen Ofen an, auf welchem ein 15 bis 20 Meter hoher Schornstein sich befindet. Man zündet in diesem Ofen Feuer an und schließt der äußern Luft alle Zugänge, damit der Brennherd gezwungen ist, alle zum Brennen nothige Luft aus dem Schacht zu nehmen. Die Luft, welche durch den Schornstein geht und die bloß aus der Grube kommt, wird durch ein entsprechendes Volum frischer Luft ersetzt, welche von außen durch den andern Schacht in die Grube stürzt.

Da das Kohlenwasserstoffgas leichter ist als die Luft, so muß man bei den Einrichtungen der Lüftung alles vermeiden, wodurch das Gas gezwungen werden würde, unterhalb des Punktes zu steigen, wo es sich entwickelt; im Gegentheil muß man den Zug so einrichten, um die Aufsteigungskraft des Gases zu benützen und dasselbe von unten nach oben seinen Weg nehmen zu lassen.

Entwickelt eine Grube viel Gas, so muß man die Abraumorte vertheilen, daß der möglich geringste leere Zwischenraum in den Arbeiten bleibt, man muß alle Ausgänge in den verlassenen oder unbearbeiteten Theilen sorgfältig verschließen und den Zugofen im Verhältniß zur Gefahr größer anlegen, so wie das Feuer länger und lebhafter unterhalten.

In diesem letztern Fall muß man die Vorsichtsmaassregeln noch weiter treiben. Man begreift, daß das brennbare Gas, wenn es in den Ofen dringen und daselbst sich entzünden würde, die Verbrennung bis in die Grube selbst verbreiten könnte, wenn anders das Gasvolum hinreichend groß in der Grubenluft wäre. Man verhütet diese Gefahr, indem man in dem Rohr, welches den Wetterschacht mit dem Aschenloch des Ofens verbindet, einige Scheidewände von Metalldraht, ähnlich wie bei den Sicherheitslampen anbringt.

478. Die Anwendung einer guten Lüftungseinrichtung macht jedoch den Gebrauch der Sicherheitslampen nicht ent-

behrlich. Wir wollen zuerst den Grundsatz, worauf ihre Einrichtung beruht, angeben und sodann die Vorsichtsmaaßregeln sowohl bei ihrer Verfertigung als bei ihrer Anwendung im Einzelnen bemerken, so wie dieß Baillet in seinem Bericht (*Ann. des Mines.* t. X, p. 3.) angegeben hat.

Sobald die chemische Untersuchung des Gases, welches sich aus der Steinkohle entwickelt, gezeigt hatte, daß dasselbe fast ganz aus Halbkohlenwasserstoff bestehe, so mußte man zum Behuf der Beleuchtung der Gruben ein Mittel ausfindig zu machen suchen, welches erlaubte, Licht in die Gruben zu bringen, ohne das Gas zu entzünden. Davy wurde mit dieser Untersuchung von einer in England zu diesem menschlichen Zweck gebildeten Gesellschaft beauftragt; er dachte anfänglich an die Anwendung verschiedener phosphoreszirender Stoffe; bald bemerkte er jedoch, daß bei dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft die Schwierigkeit sich diese Stoffe zu verschaffen oder sie aufzubewahren, ihre praktische Anwendung unansführbar mache.

Er verwarf auch jenes Mittel, welches damals in dieser Art von Gruben in Gebrauch war. Dieß Mittel bestand darin, daß man einem stählernen Mahlstein, welcher auf Feuersteinmasse rieb, eine rasche Drehbewegung gab. Die durch diese Reibung hervorgerufenen Funken geben zwar ein hinreichendes Licht, man muß aber zu dieser Arbeit einen Mann allein haben; übrigens können die Funken ebenfalls das Gas entzünden, wenn auch nicht so leicht, als die gewöhnlichen Lampen.

In Folge dieser Beobachtungen überzeugte er sich, daß man die gewöhnliche Beleuchtungsart wieder anwenden müsse und suchte daher dieselbe nur so zu modificiren, daß der Arbeiter vor Gefahr geschützt ist. Um dieß zu erreichen, mußte er zuerst sorgfältig die Umstände erwägen, welche die Gasentzündungen hervorbringen oder sie verhüten.

Davy machte folgende Beobachtungen in Bezug auf das Verhältniß der Luft und des entzündlichen Gases, wenn das Gemenge mit einer brennenden Kerze in Berührung gebracht wurde.

Steinkohlengas. Luft.

| | |
|-------------------------|---|
| 1 2 . . . | Das Gemenge brennt ohne Detonation. |
| 1 3 . . . | Ebenso. |
| 1 4 . . . | Ebenso. |
| 1 6 . . . | Entzündung, leichte Detonation. |
| 1 7 . . . | Ebenso. stärkere Detonation. |
| 1 8 . . . | Ebenso. Ebenso. |
| 1 9 bis 14 . | Ebenso. Detonation nimmt ab. |
| 1 15 . . . | Entzündet sich nicht mehr, die Flamme der Kerze erweitert sich. |
| 1 16 bis 30 . | Keine Entzündung; die Erweiterung der Kerzenflamme vermindert sich nach und nach. |

Das am meisten detonirende Gemenge besteht also aus 1 Theil Gas und 7 bis 8 Theilen Luft. Durch Berechnung würde man ohngefähr 10 Theile Luft finden, denn diese 10 Vol. Luft entsprechen 2 Vol. Sauerstoff, welches genau die nöthige Menge ist, um 1 Vol. Halbkohlenwasserstoffgas in Wasser und in Kohlensäure zu verwandeln; aber die durch die Gegenwart des in der Luft enthaltenen Stickstoffs bewirkte Abkühlung hat unstreitig Einfluß auf diese Verhältnisse.

Davy beobachtete, indem er von der Temperatur der Flamme, welche zur Entzündung der vorgenannten Gemenge hinreichte, ausgieng, und die Hitze der in die detonirenden Gemenge getauchten Körper allmählig verminderte, daß man ungestraft eine glühende Kohle, welche aber keine Flamme mehr giebt, so wie ein Stück glühendes Eisen in sie bringen darf. Das Gemenge entzündete sich nicht, woraus man sieht, daß das Steinkohlengas eines der wenig entzündlichen, vielleicht selbst das wenigst entzündliche aller bekannten Gasarten ist. In der That, das Kohlenoxydgas, das Kohlenwasserstoffgas, das Wasserstoffgas fangen alle am glühenden Eisen oder der glühenden Kohle Feuer, selbst unter weniger günstigen Umständen.

Da Davy gewiß war, daß die Verbrennung des Steinkohlengases nur unter Einfluß einer erhöhten Temperatur statt hatte, so schloß er, daß sie nicht eintreten würde,

sobald die äußern Umstände die rasche Abkühlung des Gemenges bewirken; letzteres wurde sich ebenfalls nie entzünden können, wenn es in engen, z. B. einen siebentel Zoll im Durchmesser haltenden Röhren eingeschlossen wäre. Hierauf wurde es klar, daß Metallröhren leichter diese Wirkung erzeugen mußten als Glasröhren, und Davy überzeugte sich wirklich, daß Röhren von einem siebentel Zoll auf dritthalb Zoll Länge die Steinkohlengasflamme nicht durchlassen. Er versuchte hierauf die Röhren zu verkürzen, indem er ihren Durchmesser verminderte, wie es schon die Theorie angeben mußte, und er kam so weit, daß er sich überzeugte, daß sehr dünne Metallplatten, mit Lochern von einem hundertstel Zoll durchbohrt, die Flamme nicht mehr durchließen. Es war nur ein Schritt von hier zur Anwendung eines Metallgewebes oder Gitters und die Erfindung der Sicherheitslampen war gemacht.

479. Man nehme nun eine gewöhnliche Laterne, bei welcher alle Öffnungen für die ein und ausströmende Luft entweder durch sehr enge Metallröhrchen oder durch Metallplatten, die parallel und sehr enge beisammen stehen oder durch sehr fein durchlöchernte Metallplatten, oder durch ein sehr enges Metallgewebe gebildet werden; in allen diesen Fällen kann das detonirende Gemenge, welches in die Laterne gelangt, sehr leicht Feuer fangen; die Flamme wird sich jedoch niemals nach außen weiter mittheilen; sie wird beim Durchtreten durch die engen Zwischenräume, welche allein ihre Verbindung mit der äußern Luft vermitteln, verlöschen. Unter allen diesen Apparaten ist der einfachste und den Stößen, Verderbnissen durch Feuchtigkeit etc. am wenigsten ausgesetzte, derjenige, welcher in einer einfachen Lampe besteht, deren Flamme in eine Röhre aus einem feinen Gitter von Metalldrath gefertigt eingeschlossen ist; dieser ist gegenwärtig allein im Gebrauch. Die Vortheile, welche er darbietet, sind in Baille's Bericht, woraus wir im Nachstehenden das Wichtigste anführen, mit vieler Klarheit auseinander gesetzt; die Vorschriften beruhen auf einer verständigen Theorie und einer schon ziemlich langen Erfahrung:

„Diese, nach den weiter unten angegebenen Dimensionen und Vorsichtsmaßregeln gefertigte Lampe gewährt dem Arbeiter alle erwünschte Sicherheit und sie kann dazu dienen alle Stellen und alle Anbruchsorte, wo man die Gegenwart vom Kohlenwasserstoffgas zu fürchten hat, zu beleuchten. Sie hat den Vortheil, daß, wenn das Gas sich erneuert und sich nicht fortwährend mit der Atmosphäre der Grube mengt, sie es nach und nach verbrennt und die Quantität so weit reduziert, daß keine Explosion mehr möglich ist.

„Wenn im Gegentheil dieß Gas fortwährend zufließt und in solcher Menge, daß es nicht geschwind genug verzehrt werden kann, so liefert die Lampe gewisse Zeichen, woraus der Zustand der Grubenluft erkannt werden kann; sie giebt die Gefahr an, die der Arbeiter bei längerem Verweilen haben könnte, und lehrt ihn auf diese Weise kennen, wann er sich zurückziehen muß. Fängt das entzündliche Gas an, sich mit der gewöhnlichen Luft in den kleinsten Verhältnissen zu mengen, so wächst dadurch zuvörderst die Länge und Dike der Flamme. Bildet dieß Gas den zwölften Theil des Volums der Luft, so füllt sich der Zylinder mit einer sehr schwachen blauen Flamme, in deren Mitte man die Flamme des Dochts unterscheidet. Bildet das Gas den sechsten oder den fünften Theil des Volums der Luft, so hört die Flamme des Dochts auf sichtbar zu seyn; sie verliert sich in der des Gases, welches den Zylinder anfüllt und deren Licht ziemlich glänzend ist. Endlich, wenn das Gas den dritten Theil des Volums der Luft ausmacht, so verlöscht die Lampe völlig; die Arbeiter dürfen jedoch nicht so lange warten, ehe sie sich zurückziehen.

„Wir haben erwähnt, daß, sobald die Luft der Grube explosiv geworden ist, d. h. wann sie den zwölften oder dreizehnten Theil vom Kohlenwasserstoffgas enthält, der Zylinder der Lampe augenblicklich mit der Flamme dieses Gases sich anfüllt und das Licht dieser Flamme dann an Intensität zunimmt, in dem Maße als die Gasmenge sich vermehrt; die Arbeiter müssen daher fortwährend dieß als Zeichen beachten: die Lampe muß deshalb ihr Schutzmittel seyn und giebt ihnen einen Fingerzeig ab, ob sie die Grube so lange ver-

Maßen müssen, bis man wieder eine größere Menge atmosphärischer Luft hinein gelangen lassen kann.“

430. Es scheint, daß ein Apparat mit so vielen merkwürdigen Eigenschaften seinem Erfinder hatte genügen sollen; allein während sich Davy mit Untersuchungen über die Flamme beschäftigte, hatte er Gelegenheit eine Thatsache zu bemerken, welche die Quelle einer sehr merkwürdigen Verbesserung in der Verfertigung der Sicherheitslampen wurde. Wir haben schon erwähnt, daß die glühende Kohle, das glühende Eisen, so wie viele andre Körper detonirende Gemenge nicht entzünden. Im ersten Anfang konnte es scheinen, daß dieß eine allgemeine Eigenschaft seyn mußte, was auch der Fall ohne Zweifel wäre, wenn man nur die Wirkung der Temperatur betrachtete; es giebt jedoch einige Körper, welche schon bei der gewöhnlichen Temperatur die Entzündung von detonirenden Gasgemengen bedingen, indem sie sich selbst bis zum Glühen erhitzen. Dieß ist der Fall beim Mannichwamm; der Platindraht bringt diese Wirkung nur hervor, sobald er zuerst selbst erlistet wurde; dann behält er aber seine Temperatur; diese nimmt selbst noch zu und reicht hin, die Detonation des Gases hervorzubringen, wenn dasselbe ein Gemenge im passenden Verhältniß darstellt. So wird ein spiralförmiger Platindraht, welcher in der gewöhnlichen Luft dunkel bleibt, in einem detonirenden Gemenge plötzlich glühend; hieraus sieht man, daß die Drathgitter nicht aus jeder Art von Metall gefertigt seyn dürfen. Messing und Eisen sind die geeignetsten, das Platin dagegen und die edlen Metalle sind im Allgemeinen verwerflich.

Es wurde bereits gesagt, daß, wenn das Volumen des Kohlenwasserstoffgases den dritten Theil der atmosphärischen Luft beträgt, die Lampe augenblicklich verlöscht; aber dann bietet sie den Arbeitern ein neues Hilfsmittel dar, wenn man ins Innere des Zylinders, über oder um den Docht, mehrere spiralförmig gewundene Platindrähte anbringt, deren Dicke ohngefähr drei Zehnthelle eines Millimeters beträgt. Diese Platindrähte erlangen bald einen hohen Warmegrad und behalten ihn auch, so lange die Lampe brennt und das in der Grubenluft verbreitete Kohlenwasserstoffgas

verzehrt; sobald aber das ohne Aufhören zuströmende Gas das Drittheil des Volums der Luft beträgt und so die Flamme der Lampe auslöscht, erscheint plötzlich das Platin glühend und verbreitet einen Glanz, der hinreicht, die Arbeiter auf ihrem Rückweg zu geleiten.

Dies Phänomen findet nicht mehr Statt, sobald die Proportion des Gases zwei Fünftheile des Volums der atmosphärischen Luft beträgt; das Platin hört dann auf zu glühen, es verliert nach und nach seine hohe Temperatur, aber es erhält sie wieder, sobald man früh genug in einen Theil der Grube kommt, wo sich verhältnißmäßig mehr atmosphärische Luft befindet. Das Platin wird bald glühend; es entzündet das Gas im Innern des Zylinders, wenn das Luft- und Gasgemenge explosiv ist, und das brennende Gas entzündet dann wiederum den Docht der Lampe. Dies merkwürdige Mittel zur Beleuchtung in einem Fall, wo alle übrigen Lichter verloschen, kann zuweilen den Arbeitern dienen, sich entweder nach gewissen Orten einer Grube zu begeben, deren Windungen sie nicht kennen, oder um sich wechselseitig Hilfe zu leisten, oder um nach dem Glanz des Drahtes den Zustand der Grubenluft zu bestimmen. Es wäre daher wünschenswerth, daß die Grubenmeister oder die Steiger Lampen, inwendig mit spiralförmigem Platindraht versehen, besäßen.

Der spiralförmige Platindraht kann 4 oder 5 Centimeter oberhalb des Dochts aufgehängt werden, und, in diesem Fall, muß er von einem starken Platindraht, oder auch von einem silbernen, kupfernen oder eisernen Draht getragen werden, der so auf die Platte des Dochtträgers befestigt ist, daß man ihn bei Reinigung der Lampe leicht entfernen kann. Der spiralförmige Platindraht kann auch unten in der Lampe um den Docht herum angebracht werden. (Siehe Taf. 13. fig. 19. und 20.)

481. Man macht den Sicherheitslampen einen gegründeten Vorwurf. Sie verursachen nämlich einen Verlust des Lichts, der ohngefähr ein Fünftheil beträgt, wegen der Dichtigkeit des Metallgewebes, welches die Flamme einschließt. Man kann diesen Fehler verbessern, indem man hinter der

man einen gewöhnlichen Reflektor von Zinn anbringt (s. 21). Dieser Reflektor muß im Innern des Drahtzylinders angebracht werden, damit er besser seinen Zweck erfüllt, auch um die abkühlende Kraft des Apparats zu vermindern.

482. Wenn die Grubenarbeiter lange Zeit in einer Grube arbeiten müssen, deren Atmosphäre explosiv ist, so ist zu befürchten, daß die länger fortgesetzte Verbrennung des Gases in der Laterne das Drahtnetz des Zylinders so sehr erhitzt, daß es sich verändert oder durchlöchert wird. Man warnt diesem üblen Umstand vor, wenn man sich einer Lampe mit doppeltem Zylinder oder auch Lampen mit einfacher Hülse bedient, deren Drahte wieder aus zwei oder mehreren gewundenen und engeverbundenen Drahten bestehen, oder man gebraucht eine Lampe, deren Zylinder aus Kupfer besteht, das mit sehr kleinen rechtwinklichen Öffnungen durchbohrt ist (Taf. 13. fig. 15), oder endlich selbst eine gewöhnliche Sicherheitslampe, deren Obertheil mit einer zweifachen Umhüllung (fig. 10) versehen ist und welche man in eine gewöhnliche Glas- oder Hornlaterne stellt, von welcher man die Thüre abgenommen hat.

483. Die Form der Sicherheitslampen kann sehr verschieden seyn; die auf Tafel 13 abgebildeten aber vereinigen den Vortheil der Dauerhaftigkeit mit der Einfachheit und Ungefahrlichkeit der Einrichtung. Man unterscheidet drei Haupttheile: 1) den Ölbehälter; 2) die für die Flamme undurchdringliche Umhüllung; 3) das Gehäus, welches dazu dient, die Umhüllung auf dem Ölbehälter zu befestigen und dieselbe gegen jeden Stoß zu sichern.

a. Ölbehälter. Er ist zylindrisch, breiter als hoch, damit das Öl, welches er enthält, weniger weit von dem anzündeten Ende des Dochts entfernt ist und denselben leicht mit Brennstoff versorgen kann, selbst wenn er schon fast ganz verzehrt ist. Der obere Boden dieses Behälters ist von einer kreisförmigen, 18 bis 20 Millimeter im Durchmesser haltenden Öffnung durchbohrt, welche von der horizontalen Platte des Dochtträgers zugedeckt wird, und darüber befindet sich ein

zylindrischer Ring b, dessen innere vertikale Fläche einen Schraubengang hat.

„Gewöhnlich dient eine äußere Röhre c (fig. 1 und 2) dazu, das Öl in den Behälter zu führen; ihre untere Öffnung nähert sich dann so ziemlich dem Boden, um immer unter der Oberfläche des Öls zu seyn, selbst wenn es nur noch einige Millimeter hoch steht; ihre äußere Öffnung kann man mit einer Schraube von Kupfer verschließen. Zuweilen nimmt man statt der geraden Röhre eine im Innern des Behälters hebersförmig gebogene (fig. 3), damit immer Öl im Grund der Röhre bleibt und keine nach außen offene Communication Statt findet, selbst wenn der Stöpsel weggenommen ist und man Öl in die Lampe gießt; dieß Mittel würde jedoch nicht verhindern, daß eine Detonation im Innern des Gehäuses das Öl aus der Röhre treibt und man muß daher den Stöpsel des Öls nicht öffnen, wann die Grubenluft detonirend ist. Es ist noch besser diese äußere Röhre ganz und gar wegzulassen, wie man es fig. 10 und 11 sieht: man gießt dann das Öl durch die Öffnung, welche die horizontale Platte des Dochtträgers bedeckt.

„Eine Röhre d, an beiden Enden offen, wird auf den Boden des Ölbehälters angelöthet und erhebt sich bis über die Scheibe des Dochtträgers, durch welche sie hindurch geht. Sie ist bestimmt einen runden Stab e zu umfassen, der sie vollkommen ausfüllt und dessen oberes Ende hakenförmig gebogen ist, um zur Regulirung, Hebung, Senkung, zum Putzen oder Auslöschen des Dochts zu dienen. Das untere Ende dieses Stabs ist rechtwinklich gebogen, damit man ihn auf der kleinen Zunge oder Platte f, deren eines Ende frei, das andre an den Behälter angelöthet ist, stellen und festhalten kann.

„Eine andre Röhre g geht durch beide Boden des Ölbehälters und ist daran hermetisch festgelöthet; sie dient zum Durchgange eines Schraubenstifts (fig. 17), welcher die Laterne geschlossen erhält und sie nur mit dem Schlüssel (fig. 16) öffnen läßt, der auf den Kopf dieses Schraubenstifts paßt. Eine Platte u, welche sich um einen Nietnagel dreht, dient dazu, die Öffnung dieser Röhre zu verschließen und verhin-

die Erde und den Schmutz hinein zu kommen (fig. 11 u. 13).

Der Dochtträger *h* besteht in einer kleinen vertikalen Röhre von 5 Millimeter Durchmesser und 30 Millimeter Länge. Er ist in den Mittelpunkt einer horizontalen Scheibe *i* eingelöthet, welche 45 Millimeter im Durchmesser hat. Er hat an der Seite, etwas unter seinem obern Ende, eine rechtwinkelige Öffnung *k*, um daselbst nach Belieben den Hafen, der zum Aufstecken oder zum Reinigen des Dochtes dient, hinein- oder herauszubringen (Siehe fig. 8 und 9).

484. Die Umhüllung *l* aus einem Metallgewebe, welche 140 Öffnungen auf den Quadratzentimeter enthält, hat die Gestalt eines etwas konischen Rohres, weswegen es leicht ist, sie in das später nöthige Gehäuse zu stecken und leichter wieder herauszunehmen, um sie zu reinigen.

Ihre Höhe beträgt 15 Centimeter; ihr oberes Ende hat 35 Millimeter im Durchmesser und wird durch einen Boden von demselben Metall verschlossen; ihr unteres Ende hat 38 bis 40 Millimeter im Durchmesser. Es ist oben auf eine Breite von 2 bis 3 Millimeter, wie man es fig. 6 sieht; oder, was dasselbe ist, dieser untere Rand ist durch ein eisernes Drahtnetz in einen Ring oder Zwinde von Kupfer (fig. 14) eingebracht. Dieser Ring gewährt den Vortheil, den unteren Theil der Umhüllung kreisförmig zu erhalten und verhindert, dieselbe abzunehmen, ohne daß man das Gehäuse auseinander nimmt.

Die verschiedenen Dimensionen, welche wir so eben angegeben haben, sind auch die passendsten; denn in großen Zylindern erhöht die Verbrennung des entzündlichen Gases zu sehr den obern Theil derselben und kann rasch eine heftige Glühitze herbeiführen, wodurch dann das Metallgewebe in kurzer Zeit verdorben und durchlöchert würde und eine Explosion nicht mehr verhüten könnte.

Es ist gut, um diesen Übelstand in allen Fällen zu vermeiden, selbst bei kleinen Zylindern den obern Theil der inneren Umhüllung durch eine zweite Hülle *o* zu be-

der die eine Länge von 3 bis 4 Centimeter hat und deren Boden 12 bis 15 Millimeter über den Boden der ersten

haben, müssen sie torpest seyn oder die Ränder müssen ineinander geschlagen werden, damit keine größere Öffnung des Hohlraumes des Gewebes vorhanden ist; auch muß die zweite Umhüllung sorgfältig anmachen, die auf dem ersten fest anliegt und sich nicht herauslösen kann, selbst wenn er verbogen oder verunstaltet wird.

Die Umhüllung aus Metallgewebe an der man einen zylindrischen Aufsatz von Kupfer p anbringt, der 1 Centimeter lang und mit einem Loch durchbohrt ist, eben so klein als die Maschen des Metallgewebes sind.

485. Das Gehäuse besteht aus vier, oder besser aus fünf dicken Eisendrähten, die 18 bis 19 Centimeter lang und mit ihrem untern Ende auf den Rand eines kupfernen Ringes t befestigt sind, mit ihrem andern Ende aber auf eine eiserne Scheibe s, von 7 bis 8 Centimeter Durchmesser.

Der Ring r hat auf seiner verticalen äußern Oberfläche vier oder fünf Schraubenwindungen (Fig. 7. und 12. bis).

Die Scheibe s ist hinreichend breit, um den Zylinder und den Ölbehälter zu bedecken und zu verhindern, daß die Wassertropfen, welche von oben herabfallen, nicht in die Laterne bringen und die Lampe auslöschten; sie ist mit einem Ring und mit einem Haken t versehen, um die Lampe mit der Hand halten zu können oder sie ins Knopfloch des Kleides oder sonst wo zu befestigen.

Man schiebt den Zylinder aus Metallgewebe in die Gehäuse, bis sein unterer Rand m oder die Zwinde n, an welchem dieser Rand befestigt ist, den Ring r berührt; diesen Ring schraubt man dann in die Schraubenmutter des Ölbehälters und befestigt so zu gleicher Zeit das Gehäuse

n Zylinder und den Dochtträger und hält sie an ihrer Stelle.

Obgleich wir die vorstehende Beschreibung fast wörtlich aus Baillet's Aufsatz genommen, so können wir doch allen, welche weitere Aufklärung über diesen Gegenstand wünschen, die weitere Nachlesen desselben nicht genug empfehlen. Außer dem officiellen Character dieses Aufsatzes, welcher schon Bürger'seine Genauigkeit ist, findet man noch einen sicherern in der eben Beharrlichkeit, mit welcher sich Baillet seit so vielen Jahren mit Allem beschäftigt, was sich auf dieß traurige Erstickungsphänomen der schlagenden Wetter bezieht.

426. Wir haben weiter oben die Anwendung des Chlorkalks als ein Mittel, die Grubenluft zu reinigen, erwähnt. Man hat ihn zu diesem Behufe in England angewendet und man glaubte gute Wirkungen davon verspürt haben. Um sich desselben zu bedienen, wirft man am Ende in die Grubenorte, welche man reinigen will, einige grammes wohl präparirten Chlorkalk; es scheint, daß man mittelst dieser Vorsicht alles entzündliche Gas, welches sich entwickelt, absorbiren oder zerstören kann. Es bedarf jeder Versuch noch der Bestätigung, jedoch glaubten wir zur Beachtung für die Grubenbesitzer angeben zu müssen. Es ist leicht diesen Versuch zu wiederholen; man darf einige Flaschen voll entzündliches Gas sammeln und lassen dieselben eine Zeit lang der Wirkung des Chlorkalks aussetzen.

Kohlenwasserstoff.

synonyme. Bildendes Gas. Franz. Hydrogène carboné, Gas oléfiant.)

427. **Eigenschaften.** Es ist ein farbloses Gas, von pyreumatischem Geruch und wenig löslich im Wasser; es zersetzt brennende Körper aus und entzündet sich in Berührung der Luft durch eine angezündete Kerze. Es brennt dann mit einer weißen und rußenden Flamme. Seine Dichtigkeit beträgt 0,9852.

Durch Glühbirge wird es in Kohle, die sich absetzt und Kohlenwasserstoffgas oder Wasserstoffgas zerlegt. Das

selbe bewirkt die Electricität. Durch festgesetztes Durchschlagen electrischer Funken verwandelt es sich in Kohle und Wasserstoff.

Mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft gemengt, detonirt es unter Einwirkung der Electricität oder eines brennenden Körpers. Dadurch entsteht Wasser und Kohlensäure. Der Schwefel bei beginnender Gluthitze damit in Berührung gebracht, präcipitirt den Kohlenstoff, und bildet Schwefelwasserstoffsäure.

Das Chlor wirkt auf mannigfaltige Weise auf dieses Gas. Mengt man 2 Vol. Chlor und 1 Vol. Kohlenwasserstoffgas und setzt das Gemenge der Einwirkung der Sonnenstrahlen oder einer angezündeten Kerze aus, so detonirt es, indem es zu gleicher Zeit Chlornasserstoffsäure bildet und Kohle absetzt. Besteht dagegen das Gemenge aus gleichen Maasstheilen Chlor und Kohlenwasserstoffgas und man überläßt es sich selbst an einem dunklen Ort oder bei zerstreutem Licht, ohne die Temperatur zu erhöhen, so verbinden sich beide Gasarten und erzeugen eine Verbindung von öligem Aether, in welcher sich beide Gasarten in den angeführten Verhältnissen befinden. Diese Verbindung ist eine Art Aether, von welchem später die Rede seyn wird. Wird dieser Aether selbst mit einem Ueberschuß von Chlor unter Einfluß der Sonne in Berührung gebracht, so erzeugt sich Chlornasserstoffsäure und Chlorkohlenstoff.

Das Jod bringt mit diesem Gas ebenfalls eine Art Aether hervor, aber nur unter dem ziemlich lange fortgesetzten Einfluß der Sonnenstrahlen. Beide Körper verbinden sich zuletzt ohne weitere Reaction miteinander.

Das Kohlenwasserstoffgas wirkt nicht auf die Farben. Es spielt jedoch die Rolle einer mächtigen Base. Es neutralisirt vollkommen die Eigenschaften der stärksten Säuren, wie Schwefelsäure, Chlornasserstoffsäure, Jodwasserstoffsäure, Essigsäure etc. Es bildet mit den meisten unter ihnen vollkommen neutrale Verbindungen, obschon diese sehr reich an Säure sind; wir wollen sie später betrachten.

Gewöhnlich werden die Verbindungen dieser Art, welche unter dem Namen von Aether bekannt sind, nur unter

Besondern Umständen gebildet; aber die Schwefelsäure kann sich im concentrirten Zustand direkt mit dem Kohlenwasserstoffgas verbinden. Faraday hat wirklich gefunden, daß concentrirte Schwefelsäure, mit diesem Gas in Berührung gebracht, es rasch absorbiert, so daß sie in 18 Tagen 85mal ihr Volumen aufnahm, wobei sie einen Theil ihrer Sättigungscapazität verlor. Diese Säure ist die einzige, welche sich direkt mit dem Gas verbindet.

488. Zusammensetzung. Das Kohlenwasserstoffgas wird gebildet aus:

| | | | | |
|----------------------------|---|-------|------|--------|
| 2 At. Kohlenstoff | = | 75,33 | oder | 85,80 |
| 2 At. Wasserstoff | = | 12,48 | | 14,20 |
| 1 At. Kohlenwasserstoffgas | = | 87,81 | | 100,00 |

Das heißt aus 2 Volumen dampfförmigen Kohlenstoff und 2 Vol. Wasserstoffgas zu einem Volumen kondensirt; man kann dieß leicht nachweisen, indem man 1 Vol. Kohlenwasserstoffgas und 5 Vol. Sauerstoffgas in einem Quecksilbereudiometer mittelst des elektrischen Funkens detoniren läßt. Es bleiben 4 Vol. eines Rückstands übrig, welcher aus Kohlensäure und Sauerstoff besteht. Da die Kohlensäure ein dem ihrigen gleiches Volumen Sauerstoffgas repräsentirt, so fehlt 1 Vol. des angewendeten Sauerstoffs, welches, indem es Wasser bildete, 2 Volumen Wasserstoffgas absorbiren mußte; außerdem absorbiert das Kali aus dem nach der Detonation verbleibenden Gasrückstand noch 2 Volume; dieß ist Kohlensäure, welche auch wieder 2 Vol. gasförmigen Kohlenstoff vorstellt. Das Volumen des angewendeten Kohlenwasserstoffgases besteht folglich aus 2 Vol. Wasserstoffgas und 2 Vol. Kohlenstoffdampf, zu einem einzigen Volumen verdichtet.

489. Bereitung. Sie ist sehr einfach. Man nimmt einen Gewichtstheil Alkohol und drei und ein halb Gewichtstheil concentrirte Schwefelsäure. Man bringt den Alkohol in eine Glasretorte, fügt nach und nach die Schwefelsäure hinzu und schüttelt jedesmal um, nachdem man eine Partie der Letztern hinzugebracht hat, um eine zu heftige Wärmeentwicklung zu vermeiden. Man befestigt an die Retorte eine gebogene Röhre, welche ins Wasser reicht und stellt die Retorte auf einen Ofen, wo sie so lange erhitzt wird, bis die

Flüssigkeit ins Kochen kommt. Nun fängt das Kohlenwasserstoffgas an sich zu entwickeln, welches man hierauf unter Wasser in Flaschen auffängt. Die anfangs wenig gefärbte Flüssigkeit nimmt in der Folge allmählig eine braune Farbe an und gegen das Ende der Operation ist das sich entbindende Kohlenwasserstoffgas mit viel schweflichter Säure und Kohlensäure gemengt. Bald bilden sich weiße Dämpfe, welche das Gas begleiten; die in der Retorte enthaltene Flüssigkeit wird schwarz, bläht sich auf und steigt in die Röhre, wenn man nun den Apparat nicht vom Feuer nimmt.

Diese verschiedenen Phänomene lassen sich ziemlich gut durch folgende Theorie erklären, welche jedoch in der Folge in ihren Einzelheiten sehr modificirt werden muß. Der Alkohol wird aus 1 Atom Wasser und 1 Atom Kohlenwasserstoffgas gebildet. Die angewendete Schwefelsäure bemächtigt sich des Wassers und macht das Kohlenwasserstoffgas zu Anfang der Operation frei. Der Siedepunkt des Gemenges steigt nach und nach in dem Maße, als der Alkohol zerstört wird und es tritt ein Zeitpunkt ein, wo das Kohlenwasserstoffgas im Entstehen die Schwefelsäure zersetzt, Wasser, schweflichte Säure, Kohlensäure und einen Niederschlag von Kohle bildet. Diese Reaction wird zuletzt sehr lebhaft, daher kommt das Ausblähen der Flüssigkeit, womit die Operation endigt.

Es bilden sich dabei noch verschiedene Produkte, welche man als zufällig betrachtete, nämlich: etwas Schwefeläther, süßes Weinöl und doppeltchwefelsaurer Kohlenwasserstoff (Schwefelweinsäure). Da die beiden erstern flüchtig sind, so begleiten sie das Gas, das dritte wird wieder zerstört oder bleibt in der Retorte zurück.

Bei Betrachtung des Schwefeläthers werden wir auf diese Phänomene zurückkommen. Gegenwärtig wollen wir sehen, wie man das Kohlenwasserstoffgas von den verschiedenen Stoffen befreit, mit welchen es gemengt ist. Es enthält schweflichte Säure, Kohlensäure, Schwefeläther und süßes Weinöl. Mittelft einer starken Auflösung von Kali entfernt man die beiden Säuren. Man condensirt sodann den Ätherdampf, so wie den süßen Weinöldampf, indem man

das Gas mit etwas schwachen Alkohol schüttelt, welcher diese Körper auflöst. Zuletzt schüttelt man es noch mit etwas Wasser, um es vom Alkoholdampf zu befreien, und nun kann man es als rein betrachten.

490. *Benützung.* Im reinen Zustande wird es nicht benützt; doch hat es eine vielfache Anwendung in seinen verschiedenen Formen, unter welchen es vorkommt.

Mit verschiedenen Kohlenwasserstoffverbindungen gemengt, gebraucht man es zur Gasbeleuchtung. Mit Wasser kunden, bildet es Alkohol und Schwefeläther; mit verschiedenen Säuren bildet es zusammengesetzte Ätherarten und selbst vielleicht verschiedene Zuckerarten, wenn es mit Kohlensäure verbunden ist. In der organischen Chemie spielt dieser Körper stets eine bedeutende Rolle und wir werden sehr häufig nöthig haben, seine Eigenschaften uns ins Gedächtniß zurückzurufen, sobald uns dieser Theil der Wissenschaft beschäffigen wird.

491. Außer den beiden beschriebenen Gasen bildet das Wasserstoffgas mit dem Kohlenstoff verschiedene andere Verbindungen, welche wir sorgfältig betrachten wollen; einige davon werden zur Gasbeleuchtung gebraucht, andere werden uns später dazu dienen, um viele äußerst interessante Erscheinungen zu erklären.

Wasserstoffkohlenstoff.

(Carbure d'hydrogène.)

492. Dieser Name ist, wie man sieht, der umgekehrte von Kohlenwasserstoff. Die Substanz, die wir näher kennen lernen wollen, ist eben so zusammengesetzt, hat aber verschiedene Eigenschaften.

Der Wasserstoffkohlenstoff enthält:

| | | | | |
|------------------------------|---|--------|------|--------|
| 4 Mt. Wasserstoff | = | 24,96 | oder | 14,20 |
| 4 Mt. Kohlenstoff | = | 150,66 | | 85,80 |
| 1 Mt. Wasserstoffkohlenstoff | = | 175,62 | | 100,00 |

Dieser Körper ist demnach aus 4 Vol. Wasserstoff und 4 Vol. Kohlenstoffdampf gebildet, welche zu einem Volum verdichtet sind. Es ist folglich Kohlenwasserstoffgas mit doppelt starker Verdichtung.

Dieser Stoff ist bei -18°C flüssig; er ist farblos, seine Dichtigkeit ist 0,627 bei einer Temperatur von 12°C . Es ist die leichteste aller bekannten Flüssigkeiten. Beim gewöhnlichen Druck siedet der Stoff bei einigen Graden unter 0 und erzeugt ein Gas, welches man über Quecksilber auffangen und aufbewahren kann. Das Gas ist farblos; seine Dichtigkeit beträgt 1,9264 oder ungefähr das doppelte des Kohlenwasserstoffgases.

Dies Gas oder dieser Dampf ist wenig löslich in Wasser, sehr löslich dagegen im Alkohol, welcher es wieder fahren läßt, wenn man die Auflösung mit Wasser verdünnt. Das Gas entweicht nachher mit lebhaftem Aufbrausen. Das Olivenöl löst ohngefähr das sechsfache seines Volums auf. Die Alkalien wirken nicht auf dasselbe, eben so wenig die Chlornasserstoffsäure.

Die Schwefelsäure dagegen absorbiert viel davon, ohngefähr das hundertfache ihres Volums; sie wird dabei braun gefärbt und es findet Wärmeentwicklung statt. Jedoch bildet sich keine schweflichte Säure. Diese Säure wird trüb, wenn man Wasser zusetzt, dabei entwickelt sich jedoch kein Gas. Es hat sich eine wirkliche chemische Verbindung zwischen der Säure und dem Wasserstoffkohlenstoff gebildet, wobei die Säure einen Theil ihrer Sättigungscapacität verlor.

Das Chlor bildet mit dieser Verbindung zweierlei verschiedene Verbindungen. Die erste enthält gleiche Volume von Chlorgas und gasförmigem Wasserstoffkohlenstoff; mengt man beide Gase, so bildet sich diese Verbindung rasch unter Wärmeentwicklung. Sie hat ein öliges Aussehen. Wird sie dem direkten Einfluß der Sonnenstrahlen in einer Chloratmosphäre ausgesetzt, so verwandelt sie sich in Chlornasserstoffsäure und in eine klebrige Verbindung, welche ebenfalls Chlor, Wasserstoff und Kohlenstoff enthält. Es bildet sich kein Chlorkohlenstoff, woraus man sieht, daß der Wasserstoffkohlenstoff, obgleich er auf ähnliche Weise wie der Kohlenwasserstoff wirkt, demohngeachtet Verbindungen giebt, deren Mischungsverhältnisse sehr von einander abweichen.

An der Luft mit einem brennenden Körper in Berührung gebracht, fangt der dampfförmige Wasserstoffkohlenstoff

Feuer, brennt mit heller Flamme und verwandelt sich in Wasser und Kohlensäure. Mit überschüssigem Sauerstoffgas gemengt, detonirt er beim Durchschlagen des elektrischen Funken. Jedes Volum Dampf bedarf 6 Vol. Sauerstoff und erzeugt 4 Vol. Kohlensäure; dieß zeigt, daß 2 Vol. Sauerstoff zur Bildung des Wassers verwendet wurden. Der Dampf wurde daher aus 4 Vol. Wasserstoff und 4 Vol. Kohlenstoffdampf gebildet, wie dieß weiter oben festgestellt wurde.

Unerthalb-Kohlenwasserstoff.

(Sesqui-car d'hydrogène.)

493. Er ist flüchtig, bei 18° unter 0; seine Dichtigkeit ist gleich 0,86 bei 0°. Er siedet erst bei 85° C. Die Dichtigkeit seines Dampfes ist ohngefähr 2,96; sie sollte eigentlich 2,807 seyn. Die Verbindung unterscheidet sich nur dadurch von der folgenden in ihren Reaktionen, daß die Schwefelsäure stark darauf wirkt, wobei viel Wärme frei wird. Es erzeugt sich ein schwarze dicke Säure und eine gelbe leichtere Flüssigkeit, worauf die Schwefelsäure bei der gewöhnlichen Temperatur Wirkung äußert.

Der Unerthalb-Kohlenwasserstoff enthält:

| | | | |
|-----------------------------------|----------|------|--------|
| 6 At. Kohlenstoff | = 225,99 | oder | 90,02 |
| 4 At. Wasserstoff | = 25,06 | | 9,98 |
| 1 At. Unerthalb-Kohlenwasserstoff | = 251,95 | | 100,00 |

Zweifach-Kohlenwasserstoff.

(Bi-carbure d'hydrogène.)

494. Bei der gewöhnlichen Temperatur ist es eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, von empyreumatischem Geruch, der etwas an den der Mandeln erinnert. Seine Dichtigkeit bei 15,5° ist 0,85. Bis 0° erkaltet, krystallisirt er und bei — 18°, wird er spröde, pulverig und fast von der Härte des Zuckers. Er schmilzt bei 5,5° und siedet bei 85,5°. Die Dichtigkeit seines Dampfes ist 2,752; man hätte zwar nur 2,738 finden sollen, aber der Unterschied ist doch nur sehr unbedeutend.

Di-... leitet die Elektrizität nicht; er wird von Wasserstoff und Halbkohlenwasserstoff zer-

setzt. Bei der Annäherung eines brennenden Körpers fängt er Feuer und brennt mit heller, aber sehr rußender Flamme. In Verührung mit Sauerstoff gebracht, liefert er Dampfgang, um mit diesem Gase ein sehr detonirendes Gemenge zu geben.

Chlor mit Zweifach-Kohlenwasserstoff in eine Retorte gebracht, übt auf denselben nur eine schwache Wirkung aus; es sey denn man setzt das Gemenge dem Sonnenlichte aus; es bilden sich dann dicke Dämpfe, ohne daß sich viel Wärme dabei entwickelt. Man erhält viel Chlorkohlenwasserstoffsäure und zwei andre Substanzen: die eine ist fest und krystallin, die andre tropfbar, dick und schwer, keine von beiden ist im Wasser löslich, beide sind es aber im Alkohol; die flüssige Substanz löst sich leicht, die feste schwerer; es scheinen Triplexverbindungen zu seyn von Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff.

Das Zink, das Kalium, die alkalischen Auflösungen etc. die kohlensauren Alkalien üben keine Wirkung auf den Zweifach-Kohlenwasserstoff aus.

Die Salpetersäure greift ihn sehr langsam an; es scheint, daß sich dabei Cyanwasserstoffsäure bildet. Der nachher wieder mit Wasser abgespulte Stoff scheint wenig oder keine Veränderung erlitten zu haben.

Die Schwefelsäure, welche mit dem Zweifach-Kohlenwasserstoff über Quecksilber gemengt wird, übt nur eine mäßige Wirkung darauf aus. Die entwickelte Wärme ist unmerklich; das Gemenge wird nicht schwarz und es bildet sich keine schweflichte Säure; die Säure hat jedoch eine leichte gelbe Farbe angenommen und man sieht auf ihrer Oberfläche eine farblose Flüssigkeit, welche das Resultat der Wirkung zu seyn scheint. Diese wird weder durch Wasser noch durch eine größere Quantität Schwefelsäure angegriffen und erstarrt bei ohngefahr 10°. Sie ist leichter als Wasser, auflöslich in Alkohol, woraus sie durch etwas Wasser niedergeschlagen wird; setzt man aber eine größere Quantität hinzu, so löst sie sich wieder auf.

Der Zweifach-Kohlenwasserstoff besteht aus:

| | | | |
|----------------------------------|----------|------|--------|
| 6 At. Kohlenstoff | = 225,09 | oder | 92,35 |
| 3 At. Wasserstoff | = 18,72 | | 7,65 |
| 1 At. Zweifach-Kohlenwasserstoff | = 244,71 | | 100,00 |

495. **Vereitung.** Die 3 zuletzt aufgeführten Kohlenwasserstoffverbindungen (carbures) sind von Faraday entdeckt worden; von ihm haben wir auch alle vorstehenden und nachfolgenden Angaben entlehnt. Man erhält diese Verbindungen, indem man El durch Hitze zum Behufe der Gasbeleuchtung zersetzt. Gewöhnlich bleiben diese Stoffe in Dampf- form dem Gase beigemengt und tragen viel dazu bei, seine Flamme hell glänzend zu machen, sobald man aber das Gas mit einem Druck von 30 Atmosphären comprimirt, wie dieß bei der Beleuchtung durch Gas der Fall ist, so verdichten sich diese Verbindungen und nehmen eine feste Gestalt an; man kann sie dem Rezipienten herausnehmen.

Öffnet man die an diesem Gefäße angebrachte Klappe, so geht anfänglich viel Wasser heraus, dann eine olige Flüssigkeit, welche im ersten Augenblick unter lebhaftem Aufbrausen kocht, was ohne Zweifel der Entwicklung von etwas Gas, mit welchem es gesättigt war, zuzuschreiben ist. Tausend Kubikfuß gutes Gas liefern ohngefähr 4 Liter dieser Flüssigkeit, welche die drei oben beschriebenen Kohlenwasserstoffverbindungen enthält. Diese Flüssigkeit ist bald durchscheinend und farblos, bald opalisirend, gelb oder braun bei durchscheinendem, grünlich bei reflektirtem Licht. Es besitzt den Geruch des Olgases. Es kocht bei der gewöhnlichen Temperatur, verliert aber bald diese Eigenschaft.

Unterwirft man diese Flüssigkeit einer geringen Hitze, z. B. der der Hand und läßt die dabei entstehenden Produkte durch eine bis auf -18° C erkaltete Röhre streichen, so verdichtet sich der gebildete Dampf fast gänzlich, nimmt eine flüssige Gestalt an und behält dieselbe bei dieser Temperatur. Dieß ist der Wasserstoffkohlenstoff (carbure d'hydrogene). Bei dieser Operation darf man die Temperatur von 35 oder 36° nicht überschreiten. Man erhält an Wasserstoffkohlenstoff fast das Zehntel der angewendeten Flüssigkeit.

Setzt man die Destillation fort, so steigt der Siedepunkt des Rückstandes allmählig; man thut alle vor der Temperatur von 80° C verflüchtigten Antheile besonders. Diese sind Gemenge, welche man wieder nehmen und wie die ursprüngliche Flüssigkeit behandeln muß. Ist man einmal bis zu 80° C gekommen, so sammelt man alles, was sich kondensirt, bis der Siedepunkt auf 90° gestiegen ist. Zwischen diesen beiden Grenzpunkten hat sich ohngefähr die Hälfte der ganzen Flüssigkeit verflüchtigt. Der Rückstand ist unbedeutend.

Der zwischen 80 und 90° C gesammelte Antheil wird einer Temperatur von -18° unterworfen, wobei sie dann großen Theils erstarrt. Man bringt dann Gießpapier in das Probierglas, worinn sie enthalten ist, drückt mit einer Glasröhre auf das Papier, um alle flüssigen Theile aufzufangen; sodann unterwirft man den festen Rückstand der Wirkung einer starken Presse zwischen Papieren, welche zu -18° erkaltet sind und sorgt dafür, daß die die Masse umgebenden Theile selbst bis zu diesem Grade erkaltet sind. Der Zweifachkohlenwasserstoff bleibt im Papier in fester Form zurück. Man braucht ihn bloß zu trocknen, indem man ihn über ungelöschtem Kalk destillirt.

Gießt man die bei -18° flüssige Portion ab, statt sie aufzufangen, so hat man den Aunderthalb-Kohlenwasserstoff. Bei dieser niedern Temperatur ist derselbe eigentlich mit Zweifachkohlenwasserstoff gesättigt; man kennt aber kein Mittel, beide Stoffe zu trennen. Man würde ihn eben so erhalten, wenn man mit heißem Alkohol die im vorhergehenden Fall angewendeten Papiere behandelte. Diese Flüssigkeit würde den Aunderthalb-Kohlenwasserstoff auflösen, den man sodann durch Wasser niederschlagen könnte.

496. Es scheint, daß diese drei Körper in verschiedenen Verhältnissen für sich selbst die durch den Druck verdichtete Flüssigkeit bilden, wenn man ein oder zwei Hunderttheile wenig verändertes Öl abrechnet, das wahrscheinlich von den Gasen im Augenblick der Zersetzung mit fortgerissen wurde. Man kann sich einen ungefähren Begriff von den relativen Mengen dieser Körper aus folgendem Beispiel machen:

Faraday nahm 100 Theile Flüssigkeit von $14,4^{\circ}$, und ließ sie der Destillation, indem er den Verlust bei jeder Umdestillation von $5,5^{\circ}$ im Siedepunkt in Rechnung brachte. Er erhielt daraus folgende Resultate:

nur das

dest. G. verflüchtigte sich. Das verdichtete Produkt bestand aus:

| | | |
|---|-----|---|
| 1 | 1,1 | } 7,7 größtentheils Wasserstoffkohlenstoff. |
| 2 | 1,9 | |
| 3 | 2,2 | |
| 4 | 2,5 | |

| | | |
|---|-----|--------------------------------|
| 1 | 2,4 | } 21,3 einem Kohlenwasserstoff |
| 2 | 3,1 | |
| 3 | 2,9 | |
| 4 | 3,2 | |
| 5 | 3,1 | |
| 6 | 3,2 | |
| 7 | 3,4 | |

| | | | |
|---|------|-----------------------------|--------|
| 1 | 15,7 | } 55,2 Gemen rthalb Kohlen- | |
| 2 | 23,4 | | wasser |
| 3 | 16,1 | | stoff |

| | | |
|---|-----|---|
| 1 | 7,4 | } 12,4 Unterhalb Kohlenwasserstoff, Zweifach-Kohlenwasserstoff und wahrscheinlich Öl. |
| 2 | 3,7 | |
| 3 | 1,3 | |

1) 3,4 Diesß letztere Produkt verflüchtigt sich nur nachdem es eine leichte Veränderung erlitten hat.

Wir werden weiter unten auf die Rolle zurückkommen, die diese Körper bei der Beleuchtung mit Ölgas und selbst Licht mit Steinkohlengas spielen.

Rosenöl.

497. Diese kostbare Substanz war niemals einer aufmerksamen Untersuchung unterworfen worden, bis Th. Berzelius die Analyse davon machte, einige seiner Eigenschaften aufsuchte und eines der ersten Beispiele von zwei Körpern welche, obwohl chemisch gleich zusammengesetzt, doch

schon Löschpapier, welches das flüssige Öl einsaugt, das feste zurück läßt, oder durch Alkohol von 0,8 Dichte, welcher das feste Öl bei der gewöhnlichen Temperatur nicht auflöst, dagegen aber das flüssige Öl auflöst.

Das feste Öl besteht aus:

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|------------|
| Kohlenstoff | . | . | . | . | . | . | 85, |
| Wasserstoff | . | . | . | . | . | . | 14, |
| | | | | | | | <hr/> 100, |

Es hat demnach dieselbe Zusammensetzung, wie der gewöhnliche Kohlenwasserstoff.

Seine Eigenschaften sind wenig gekannt. Bei der gewöhnlichen Temperatur fest, schmilzt zwischen 34°C und krystallisirt durch Erkaltung in weissen durchsichtigen Blättern, welche so hart wie Wachs sind. In verschlossenen Gefäßen im Sauerstoff erhitzt, entzündet es sich in einer an Glühhitze grenzenden Temperatur, mit einer Art von Detonation, wobei Kohlenwasserstoff und Kohlenensäure bildet. Auf 3 Vol. verbrauchten Kohlenwasserstoff werden 2 Vol. Kohlenensäure gebildet, wie bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffgas. Die Detonation, welche bei diesem Versuch statt hat, zeigt daß die Substanz flüchtig ist. Bei der gewöhnlichen Temperatur ist die Ausdehnung gleich Null, was einen hohen Siedepunkt zeigt.

Das feste Rosendöl ist in Wasser wenig löslich.

Herstellung von seinen Eigenschaften machen, nach der Untersuchung des Gemenges von Sausure, welches aus 2 Th. flüchtigem Öl und 1 Th. festen bestand.

Dieses Gemenge oder das gewöhnliche käufliche Rosenöl schmilzt bei 29° und 30° C. Seine Dichtigkeit bei 32,5° C beträgt 0,832, das Wasser von 15° C. als 1 gesetzt; es ist daher das leichteste Pflanzenöl. Das feste Öl scheint noch dichter zu seyn, folglich muß das flüssige Öl eine größere Dichte besitzen. Die Spannkraft des Dampfes des gewöhnlichen Rosenöls ist = 2 Millimeter Quecksilber bei 14,5° C;

das flüssige muß stärker seyn. 1 Th. dieses Öls löst 3 Th. Gewicht lösen sieben Th. festes Öl; bei 22° C lösen sie 30 Th. flüssiges Öl. In diesem Lösungsmittel noch löslich seyn.

Das gemeine Rosenöl vermischt sich mit Sauerstoffgas ebenso wie das feste Öl. Es besteht aus:

| | |
|-------------|--------------|
| Kohlenstoff | 82,05 |
| Wasserstoff | 13,13 |
| Sauerstoff | 3,95 |
| Stickstoff | 0,87 |
| | <hr/> 100,00 |

Man sieht hieraus, daß das flüssige Öl Sauerstoff und wenig Stickstoff enthält und daß es bestehen muß ungefähr aus:

| | |
|-------------|-------------|
| Kohlenstoff | 80,56 |
| Wasserstoff | 12,42 |
| Sauerstoff | 3,92 |
| Stickstoff | 1,50 |
| | <hr/> 98,20 |

Die Eigenschaften des festen Öls sind also von denen des flüssigen sehr verschieden.

Bereitung und Benützung des Rosenöls werden wir später beschreiben (S. flüchtige Öle).

Naphthaline.

499. Der mit diesem Namen bezeichnete Stoff wurde in England unter den Produkten, die sich bei der Steinkoh-

lengabereitung bildeten, zuerst beobachtet. Um sich diesen Stoff zu verschaffen, nimmt Ridd den Theer, den man bei der Destillation der Steinkohle erhält, und läßt ihn durch eine glühende Röhre gehen. Die Produkte, welche sich in der Vorlage sammeln, sind: Wasser mit Ammoniaksalzen und ein neuer Theer, welcher dem vorhergehenden dem Aussehen nach gleicht.

Man scheidet diesen Theer ab, bringt ihn in eine Retorte und destillirt ihn vorsichtig. Es geht Wasser und ein öhliger Stoff über; am obern Theil und im Halse der Retorte setzt sich zuletzt eine krystallinische Substanz in leichten schneeförmigen Flocken ab; es ist dies die Naphthaline.

Diese Substanz ist weiß, sanft und fettig anzufühlen, ist schwerer als Wasser, von einem narcissenähnlichen Geruch und stechendem Geschmack. Ihre Spannung scheint bei der gewöhnlichen Temperatur schwach zu seyn. Sie schmilzt bei 82° C und siedet bei 200° . Sie krystallisirt in rhombischen oder sechsseitigen Tafeln.

Obgleich die Naphthaline nicht sehr flüchtig ist, so verdichtet sie sich doch am Hals der Retorte oder des Kolbens, wenn man sie mit Wasser kocht. Laßt man sie in einen Tiegel schmelzen und bringt diesen unter eine Glasglocke, so krystallisirt der sich in derselben verbreitende Dampf in kleinen schneeähnlichen Nadeln.

Die Hitze scheint keinen bedeutenden Einfluß auf die Naphthaline zu haben; denn wirft man diese Substanz in einen glühenden Tiegel, so sublimirt sie sich und verdichtet sich auf den umliegenden kalten Körpern, ohne sich zu entzünden oder zu zerlegen. Dieses Experiment könnte vermuthen lassen, daß die Naphthaline schon in dem Steinkohlentheer sich befindet und daß die Glühitze, welcher die Steinkohle ausgesetzt wird, nur die die Naphthaline begleitenden Substanzen zerstört. Vielleicht befindet sich die Naphthaline selbst schon völlig gebildet in der gewöhnlichen Steinkohle, wenigstens bemerkt man in einigen bituminösen Quecksilbererzen eine sehr ähnliche Substanz, aus welcher man sie ohne Destillation ausziehen kann,

Die Naphthaline entzündet sich nicht leicht; hat sie aber einmal Feuer gefangen, so brennt sie mit viel Rauch. Im kalten Wasser ist sie nicht, im siedenden dagegen etwas auflöslich; beim Erkalten scheidet sie sich in Krystallen davon ab.

Sie ist sehr löslich in Alkohol und Äther, mehr jedoch in der Wärme als in der Kälte. Die fetten, so wie die flüchtigen Öle lösen sie ebenfalls auf.

Die Alkalien wirken nicht sonderlich darauf; nicht so jedoch die Säuren. Die Salpetersäure wird von ihr zersetzt und sie verwandelt die Naphthaline in eine Substanz, welche in gelben Nadeln krystallisiert wasserstoffsäure löst sie auf und nimmt davon eine elkenfarbe an. Die Oxalsäure und Essigsäure dunkel zu färben. ohne jedoch sich

Die konzentrirte Schwefel- bei gelinder Wärme und es welche durch eine langsame Verbindung heißt Schwefel-

verblindet sich mit ihr eine saure Verbindung, fest wird. Diese re (Siehe Äther).

Nach Faraday besteht

naphthaline aus:

10 At. Kohlenstoff |

oder 93,76

4 At. Wasserstoff = 24,00

6,24

1 At. Naphthaline = 401,56

100,00

Süßes Weινόel.

500. Man kennt schon seit langer Zeit unter diesem Namen eine aromatisch riechende Verbindung, die entweder farblos oder blaß zitrongelb gefärbt ist, eine ölige Konsistenz besitzt, flüchtig ist, obschon sie erst bei einer ziemlich hohen Temperatur siedet; im Wasser ist sie unlöslich, in Schwefeläther sehr schwer löslich. Sie wiegt 0,917 bei 10,5° C.

Diese Verbindung ist nach Sérullas und Hennell aus Kohlenstoff und Wasserstoff auf gleiche Weise zusammengesetzt, wie der gewöhnliche Kohlenwasserstoff. Es würde dieser Stoff daher ein Körper mehr seyn, der dem Kohlenwasserstoff und Rosenöl anzureihen ist, so daß es nicht weniger als viererlei Arten von Kohlenstoffwasserstoff gäbe, ihrer Zusammensetzung nach identisch, hinsichtlich ihrer Eigenschaften aber verschieden waren.

Man erhält das süße Weινόil, indem man ein Gemenge aus 2 Theilen concentrirter Schwefelsäure und einem Theil Alkohol destillirt. Wird das in der Vorlage verdichtete Produkt in Wasser aufgelöst, so scheidet sich eine ölige Flüssigkeit davon, welche man mittelst eines Scheidetrichters trennen kann. Diese Flüssigkeit wird über einem Gemenge von Kalk und Chlorkalium von Neuem destillirt. Das endliche Produkt ist das Weινόil.

Was bei diesem Verfahren vorgeht, ist leicht zu erkennen. Während der Destillation des Alkohols und der Schwefelsäure verbindet sich der Kohlenwasserstoff des Alkohols mit der Schwefelsäure und bildet neutralen schwefelsauren Kohlenwasserstoff. Man hat also in der Vorlage folgende Produkte: 1) Alkohol, welcher der Reaktion entging; 2) Schwefeläther; 3) schweflichte Säure; 4) schwefelsauren Kohlenwasserstoff. Das Wasser bemächtigt sich des Alkohols, des Aethers und der schweflichten Säure und zerlegt ferner den schwefelsauren Kohlenwasserstoff, bemächtigt sich der Schwefelsäure und setzt den als ölartigen Körper verdichteten Kohlenwasserstoff in Freiheit. Dieß ist das süße Weινόil, welches noch etwas Wasser und Säure enthält. Das Chlorkalium bei der letzten Destillation bemächtigt sich dann des Wassers und das Kali der Säure.

Das Weινόil bildet sich immer bei Vereitung des Schwefeläthers gegen das Ende der Operation; es bildet sich ebenfalls bei der Destillation der Schwefelweinsäure und dem Salze.

Naphtha.

(Synonyme. Steinöl, Bergöl. Lat. *Oleum petrae*. Franz. *Naphte*.)

501. Eigenschaften. Die Naphtha ist tropfbar, farblos, eben so flüchtig als der Alkohol, von schwach bituminösem Geruch, fast geschmacklos, besitzt eine Dichtigkeit von 0,753 bei 16° C. Sie siedet bei 85° C. gerade wie der verdichtete Kohlenwasserstoff. Die Dichtigkeit seines Dampfes ist 2,833.

Die Glühige zerlegt diesen Stoff in Kohle, in mehr oder weniger gekohlten Wasserstoff und in ein bituminöses Öl, welches viel festen Wasserstoffkohlenstoff enthält, und den man durch eine bei 35° C angestellten Destillation kry- stallisirt erhalten kann. In der Luft entzündet sich die Naphtha bei Annäherung eines brennenden Körpers; die Flamme ist sehr weiß und rauchig. Naphthadampf mit Sauerstoff- gas zusammengebracht, erzeugt ein Gemenge, welches durch einen elektrischen Funken oder einen brennenden Körper deto- nirt. Das Chlor wirkt bei gewöhnlicher Temperatur auf die Naphtha ein, geht in Chlornaphtha über und ver- wandelt sich in eine ölige, atzündliche, minder flüssige und flüchtige Substanz, deren Wirkungen auf die Naphtha. Die Alkalien wirken wenig auf dieselbe. Der reine Alkohol, der Schmelzen und flüchtigen Öle löset. Der Alkohol von 0,835 löset einen siebenten Theil seines Gewichts auf.

Die siedende Naphtha löset Schwefel auf. Durch das Erhitzen zerfällt derselbe in Kry- stallen ab. Sie löset den funfzehnten Theil ihres Gewichts Phosphor auf, welcher sich ebenfalls durch ein langsames Erkalten in prismatischen Krystallen abscheidet. Vom Jod löset sie den achten Theil ihres Gewichts auf.

Da man die Naphtha zur Bereitung der Firnisse an- wenden kann, so ist es nöthig, folgende Thatfachen zu be- merken: Sie löset eine große Menge Kampher und noch mehr Harz auf. Das Wachs läßt sich in der Kälte mit Naphtha nur zusammen rühren, in der Wärme dagegen löset es sich in allen Verhältnissen darin auf. Die Naphtha löset nur ein Hunderttheil Schellack oder rohen Kopal auf; Bernstein löset sich gar nicht darin auf.

Das Kautschuk schwillt in der Kälte außerordentlich in der Naphtha auf, denn es vergrößert sich darin um Dreißig- fache; aber es löset sich kaum darin auf. In der Hitze fin- det noch eine Auflösung darin Statt, immer aber noch un- vollständig.

Die Naphtha wird gebildet aus:

6 Mt. Kohlenstoff = 225,99 oder 87,06

5 Mt. Wasserstoff = 31,20 12,14

1 Mt. Naphtha = 257,19 100,00

Die Dichtigkeit ihres Dampfes würde der Berechnung nach 2,876 statt 2,833 seyn.

502. Gewinnung. Die Naphtha ist ein Neoprodukt: man hat davon in dem Dorfe Amiano bei Parma, eine Quelle entdeckt, die so viel giebt, daß letzte Stadt ausschließlich davon beleuchtet wird. Mit dieser Naphtha Th. de Saussure alle die Versuche gemacht, deren Resultate wir mittheilten. Die Naphtha ist, wie sie aus der Erde kommt nicht rein; ihre Dichtigkeit ist 0,836, sie riecht stark, ungelblich gefärbt; durch drei oder viermalige langsame Destillation wird sie rein.

In Calabrien, Sizilien, Persien findet man eben Naphtha; sie kommt zuweilen in Dampfform aus der Erde. In diesem Fall wird sie durch ihren Geruch und die Emboldung dieser Dämpfe bei Annäherung eines brennenden Körpers erkannt. Man benützt zuweilen die so erzeugte Flamme zum Nahrungsmittel zu kochen, Kalk zu brennen etc.

Stellt sich die Naphtha auf diese Weise dar, so kann beim Graben von etwas tiefen Brunnen fast sicher seyn allmählig durchsickern zu sehen, und sie in großer Menge sammeln.

Die Naphtha wird angewendet, um das Kalium zu bewahren; sie macht einen Bestandtheil einiger Firnisse auch zur Beleuchtung bedient man sich derselben.

Petroleum.

(Petrole.)

503. Das Petroleum wird durch Destillation von einem bituminösen Mineral gewonnen. Wir führen das hier nur der Vollständigkeit wegen auf, indem es sich eigentlich nicht von der Naphtha zu unterscheiden scheint. Da aber noch nicht analysirt wurde, werden wir es unter Harzen abhandeln.

Terpentinöl.

(Elsence de térébenthine.)

504. Das Terpentinöl ist eine durchsichtige, farblose Flüssigkeit, riecht stark und unangenehm; seine Dichtigkeit beträgt 0,86 bei 22° C. Seine Spannung bei der Temperatur von 15° C. ist gleich 9 Millimeter Quecksilberhöhe; es brennt mit sehr weißer und rauchender Flamme. Die Glühzige zerlegt es in Kohlenstoff und mehr oder weniger gekohlten Wasserstoff. Das Wasser löst kaum etwas davon auf, nimmt aber doch dessen Geruch an. Alkohol von 0,84 Gewicht löst das Siebentel seines Gewichts bei 22° C. auf. Es absorbiert ungefähr das Siebenfache seines Volums Ammoniak. Mit Chlornasserstoffsaure bildet es eine krystallisirbare Verbindung. (Siehe Ather).

Das Terpentinöl scheint gebildet aus:

| | | | | |
|--------------------|---|--------|------|-------|
| 10 Mt. Kohlenstoff | = | 376,60 | oder | 88,6 |
| 8 Mt. Wasserstoff | = | 49,92 | | 11,4 |
| 1 Mt. Terpentinöl | = | 426,52 | | 100,0 |

Dies sind wenigstens die Zahlen, welche sich am meisten den Analysen nähern, denn man hat darin gefunden:

Labillardiere. Lh. de Saussure.

| | | | | |
|-------------|-----------|------|-----------|--------|
| Kohlenstoff | | 87,6 | | 87,79 |
| Wasserstoff | | 12,3 | | 11,65 |
| Stickstoff | | 0,0 | | 0,56 |
| | | 99,9 | | 100,00 |

Die Dichtigkeit des Dampfes würde nach der Berechnung seyn 4,77. Gay-Lussac fand sie 5,01. Der Unterschied ist also sehr groß, und beweist daher, daß die Berechnung nur annähernde Bestimmung ist. Ubrigens scheint das Terpentinöl verschiedene bloß einfach aufgelöste Stoffe zu enthalten. Wir werden darauf zurückkommen, eben so wie auf seine Gewinnung. (S. Harze.)

Der Kohlenstoff bildet vielleicht eben so viele Verbindungen mit Sauerstoff, als mit Wasserstoff; bis jetzt hat man aber nur drei besonders dargestellt — Kohlensäure, Kohlenoxyd und Trafsäure. Wir werden uns hier nur mit den beiden ersten beschäftigen; die dritte werden wir bei den

Pflanzensäuren abhandeln, wobei sie zugleich in so mancher Beziehung Aufklärung verschaffen wird.

Kohlensäure.

(Synonyme. Luftsäure, Kreidesäure, fire oder mephitische Luft. Lat. *Acidum carbonicum* Franz. *Acide carbonique*.)

505. Eigenschaften. Es ist ein farbloses Gas mit stechendem Geruch, leicht saurem Geschmack, das kaum den Lackmus röthet. Ihre Dichtigkeit ist gleich 1,5245; ihr Strahlenbrechungsvermögen beträgt 1,526. Sie löscht brennende Körper aus und erstickt die Thiere, welche in dieselbe kommen.

Sie wird durch eine hohe Temperatur nicht verändert, wohl aber durch eine große Anzahl elektrischer Funken. Sie verwandelt sich dann in Sauerstoff und Kohlenoxyd, wenigstens zum Theil, denn die Zersetzung bleibt immer nur partiell, selbst bei längerer Fortsetzung des Versuchs.

Bei einer Kälte von 20° verändert sich die Kohlensäure nicht; preßt man sie aber gleichzeitig beim Erkalten zusammen, so wird sie flüßig.

Faraday hat sich flüßige Kohlensäure verschafft, indem er in einer gebogenen, an beiden Enden verstopften Röhre kohlensaures Ammoniak und concentrirte Schwefelsäure mengte. Diese Operation darf nur mit der größten Vorsicht angestellt werden, denn die Röhren zerspringen sehr oft.

Die Kohlensäure ist sehr dünn flüßig im tropfbaren Zustand. Sie erstarrt nicht, selbst bei einem beträchtlichen Sinken der Temperatur. Ihr Strahlenbrechungsvermögen ist weit geringer als das des Wassers. Bei Nullgrad Temperatur übt ihr Dampf einen Druck von 36 Atmosphären aus und bei -11° ist er noch 23 Atmosphären gleich. Folglich erzeugt ein Unterschied der Temperatur von 11° einen Unterschied in der Elastizität, der 13 Atmosphären beträgt. Dief erklärt zugleich, warum H. Davy die Anwendung comprimierter Gase zur Verfertigung neuer Dampfmaschinen vorgeschlagen hat, und warum Brunel, *) welcher die Aus-

*) Brunel ist der berühmte Baumeister des Tunnels unter der Themse

führung dieser großen Idee übernahm, der Kohlensäure den Vorzug gab. Man kann die Folgen dieser Anwendung nicht voraussehen und es ist nur für die Künste zu beklagen, daß hierüber noch nicht hinreichende Experimente angestellt wurden.

Die Röhren, welche die flüssige Kohlensäure enthalten, zerspringen, wenn man versucht, sie zu öffnen, mit einer fürchterlichen Explosion, denn die Kohlensäure nimmt dann plötzlich wieder ihren gasförmigen Zustand an.

Der Wasserstoff kann in der Glühbirne die Kohlensäure zersetzen. Er verwandelt sich in Wasser und Kohlenoxyd. Man bedient sich zu dem Zweck des fig. 10 auf der vierten Tafel vorgestellten Apparats: man bringt das Gasgemenge in eine der Blasen, drückt es zusammen und nöthigt so das Gas, langsam durch die abwärts gerichtete Porzellanröhre zu treten. Wenn die Zersetzung vor sich gehen soll, so ist es gut, die Röhre mit kleinen Porzellanstückchen anzufüllen.

Mittels des nämlichen Apparates kann man auch die merkwürdige Reaction prüfen, welche die Kohlensäure von der Kohle erleidet. Man füllt in diesem Fall eine der Blasen mit Kohlensäure, bringt Kohle in die Röhre, erhitzt diese zum Glühen und läßt das Gas mehrere Male über die glühende Kohle gehen. Nach einiger Zeit findet man, daß das Gas deutlich sein Volum verdoppelt hat und vollständig in Kohlenoxyd verwandelt wurde. Die in der Röhre enthaltene Kohle bemächtigt sich der Hälfte des Sauerstoffs der Kohlensäure und verwandelt sie in Kohlenoxyd, während sie selbst auch in letzteres übergeht.

Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Arsenik, Stickstoff und vielleicht auch Phosphor äußern gar keine Wirkung auf die Kohlensäure. Bor und Biesel aber würden sie ohne Zweifel bei einer hinreichend hohen Temperatur zersetzen.

Das Wasser löst fast sein eigenes Volum Kohlensäure bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck auf. Vermehrt man den Druck, so kann man es leicht mit dem fünf- oder sechsfachen seines Volums Gas schwängern (S. Mineralwasser).

506. *Bereitung.* Die Kohlensäure wird durch ein sehr einfaches Verfahren gewonnen, nämlich durch Zersetzung des kohlensauren Kalks mittelst Chlornwasserstoffsäure oder Schwefelsäure. Man bedient sich hierzu immer des fig. 12. auf der vierten Tafel vorgestellten Apparates. Man bringt den kohlensauren Kalk in die Flasche, setzt Wasser hinzu, so daß sie zu zwei Dritttheilen voll ist und gießt dann die Säure durch den Trichter zu. Die Kohlensäure entweicht rasch, geht durch die gebogene Röhre und kann, sobald sie sich ohne Rücksicht in einer Solution von Kali und Natron auflöst, aufgesaugen werden.

Wendet man sehr fein zertheilten kohlensauren Kalk an z. B. Kreide, so muß man sich der Schwefelsäure bedienen, die mit den zehn- oder Zwölffachen ihres Volums Wasser verdünnt wurde, bedient man sich dagegen des dichten kohlensauren Kalks z. B. des Marmors, so muß man gewöhnliche Chlornwasserstoffsäure anwenden. Der Grund davon ist sehr einfach: die erste dieser Säuren giebt schwefelsauren Kalk, welcher im Wasser sehr wenig löslich ist. Wenn man dieselbe auf Marmor wirken ließe, so würden die Stücke sehr bald mit schwefelsauren Kalk sich überziehen, und da die Säure sonach nicht mehr auf die innern Theile der kohlensauren Kalkstücke wirken könnte, müßte die Reaction aufhören. Die Chlornwasserstoffsäure ihrer Seite bildet in Wasser sehr lösliches Chlorcalcium, woraus hervorgeht, daß, wenn man diese Säure mit Kreide in Berührung bringt, die Reaction so lebhaft und rasch ist, daß die sich entwickelnde Kohlensäure sogleich die Flüssigkeit in großen Massen aus der Flasche treibt. Keiner dieser Nachtheile findet Statt, wenn man die angegebenen Vorsichtsmaßregeln beachtet; die Reaction geht ruhig und in beiden Fällen ununterbrochen vor sich. Die durch die Chlornwasserstoffsäure bereitete Kohlensäure hat stets einen sehr stechenden Geschmack, der noch von einigen Spuren der ersten Säure herrührt; auch zur Bereitung des künstlichen Mineralwasser wendet man immer vorzugeweiht Kreide und verdünnte Schwefelsäure an (S. Mineralwasser).

In einigen Fällen bereitet man die Kohlensäure, indem man Kohle durch die Luft verbrennt. Man erhält aber auf

Diese Weise nur ein Gemenge aus vielem Stickstoff, etwas Sauerstoff und Kohlensäure. Dieß Gemenge findet nur in seltenen Fällen seine Anwendung (S. Bleiweiß; kohlensaures Natron).

307. Zusammensetzung. Die Kohlensäure besteht aus:

1 Mt. Kohlenstoff = 37,66 oder 27,36

1 Mt. Sauerstoff = 100,00 72,64

1 Mt. Säure = 137,66 100,00

Man findet die Zusammensetzung, indem man den Kohlenstoff in Sauerstoffgas verbrennt; dabei zeigt sich, daß das gebildete kohlensaure Gas genau dasselbe Volum hat, als das zu seiner Erzeugung verwendete Sauerstoffgas. Der Unterschied zwischen der Dichtigkeit der Kohlensäure und der des Sauerstoffgases giebt das Gewicht des Kohlenstoffs. Hieraus sieht man, daß diese Säure den Kohlenstoff und Sauerstoff im Verhältniß von 0,422 zu 1,1026 enthält, welches die oben genannten Zahlen giebt.

Dieser Versuch wurde auf verschiedene Weise angestellt. Die zwei folgenden Verfahrensarten sind die einfachsten und sichersten.

Man nimmt einen Ballon, welcher mit einer Dille und einem eisernen Hahn versehen ist. An dem Hahn ist ein starker Eisendraht befestigt, welcher ein kleines Platinschälchen trägt. Man bringt in dieselbe gut geglühete Kohle oder Diamant, macht sodann den Ballon leer und füllt ihn mit Sauerstoffgas. Von diesem Gase nimmt man wieder einen kleinen Theil heraus, öffnet den Ballon unter Quecksilber, und läßt dieses hineintreten, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Man muß es so einrichten, daß das Quecksilber nur ein Drittel oder die Hälfte des Halses ungefähr einnimmt. Man schließt man den Hahn, zündet die Kohle an, indem man die Sonnenstrahlen mittelst eines starken Brennglases darauf konzentriert. Ist die Kohle einmal angebrannt, so fährt sie fort zu brennen, verzehrt sich völlig und verwandelt sich in Kohlensäure. Man läßt den Apparat erkalten, bringt ihn hierauf wieder in die Quecksilberwanne, öffnet den Hahn und die Quecksilbersäule

bleibt dann genau an derselben Stelle, wenn die Temperatur und der Luftdruck sich nicht verändert haben.

Man kann diesen Apparat etwas abändern, wenn man sich eines Ballons mit zwei Tubulirungen bedient. Durch die eine bringt man einen eisernen Stab, welcher die kleine Platinschale und die Kohle trägt, durch die andere bringt man einen Platindrath, der in eine feine Spitze ausgezogen ist und mit der Kohle in Berührung gebracht wird. Man zündet dieselbe mittelst der Volta'schen Säule an, indem man die beiden Metalldrähte mit beiden Polen in Berührung bringt. Ubrigens verfährt man bei dieser Exposition gerade so, wie beim vorigen Versuch (S. Taf. 4, fig. 8).

508. Natürliches Vorkommen. Die Kohlensäure findet sich häufig in der Natur, sowohl frei, als gebunden. Wir werden uns hier bloß mit der freien Kohlensäure oder ihrer Auflösung in Wasser beschäftigen; ihre Verbindungen wollen wir später untersuchen.

Die Kohlensäure bildet einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft; sie findet sich auch fast in allen Wässern, zuweilen in hinreichender Menge um sie perlend oder murrend zu machen. Wir werden auf diesen Gegenstand bei der Untersuchung der Mineralwässer zurückkommen.

Es scheint, daß die unterirdischen Höhlen an vielen Orten mit freier Kohlensäure angefüllt sind, welche sich, wegen ihrer Schwere, nur langsam in der Luft verbreitet. Die Hundegrotte bei Puzzo la, in der Gegend von Neapel, ist durch die höchst merkwürdigen Erscheinungen, welche von der Kohlensäure herkommen, seit undenklicher Zeit berühmt. Ein aufrecht stehender Mensch athmet in dieser Grotte ohne Unbehagen, ein Hund dagegen stirbt fast auf der Stelle. Es findet nämlich hier eine beständige Entwicklung von Kohlensäure statt, welche die Luft der Grotte bis auf zwei Fuß vom Boden untanglich zum Athmen macht.

Dieses Phänomen ist jedoch nicht selten. In den Kellern einiger Quartiere von Paris hat man oft Gelegenheit die dadurch erzeugten nachtheiligen Zufälle zu beobachten. Diese Keller füllen sich nämlich mit Kohlensäure an, unter Umständen, die man noch nicht genau kennt, so daß ihre Atmosphäre

in kurzer Zeit tödlich wird. Es ist nicht leicht diesem Übelstande auf eine sichere Weise zu begegnen. Jedoch wird die Gefahr vermindert, 1. indem man an beiden Enden des Kellers Luftlöcher anbringt, das eine gegen Süden, das andre gegen Norden; 2. dadurch, daß man ein Rohr von dem untern Theil des Kellers aus in eine Esse fuhr, nachdem es einen Theil der Höhe desselben durchlaufen hat, um sich darin zu erhitzen; 3. indem man die Spalten der Mauer sorgfältig verstreicht, ja selbst ihre ganze Mauerfläche mit einer Lage hydraulischem Kalk überzieht und einige Zoll unter dem Boden eine Schicht von wohlgeschlagenem fetten Thon bringt, welche man gleichfalls mit gutgeschlagener Erde überdeckt. Die beiden ersten Mittel würden im Winter zur Luftreinigung des Kellers hinreichen, im Sommer dagegen verspührt man davon fast gar keine Wirkung, deswegen müssen die No 3 angegebenen Vorsichtsmaßregeln angewendet werden, um so viel als möglich dem Eindringen der Kohlensäure in den Keller vorzubeugen.

Dies Gas gelangt in die unterirdischen Höhlungen, nachdem es sich in den benachbarten Erdschichten entwickelt hat. Es muß in um so größerer Menge zuströmen, als der Barometer plötzlich fällt, d. h. bei stürmischem Wetter; und man glaubt dies wirklich beobachtet zu haben. Ebenso beobachtet man in der Umgegend von Vulkanen, daß alle Höhlungen und die Oberfläche des Bodens selbst bei nahen Ausbrüchen mit Schichten von Kohlensäure erfüllt werden. Dies Phänomen bewirkt den Tod fast aller kleinen Thiere, welche sich dem Einfluß des Gases nicht entziehen können. Dies erklärt sich leicht, wenn man annimmt, daß die in dem Boden verbreitete Kohlensäure daraus hervor drang, sei es nun in Folge eines durch die Gase oder Dämpfe, welche die Eruption erregen, ausgeübten Drucks, oder sey es in Folge atmosphärischer Bewegungen, welche derselben gewöhnlich vorangehen.

Es ist übrigens leicht, sich die Gegenwart der Kohlensäure in der Erde zu erklären. Sie ist eins der Hauptprodukte bei der Zersetzung organischer Stoffe, welche sich immer in größerer oder geringerer Menge im Boden finden.

Es ist daher immer anzurathen, in Kellern, von denen man weiß, daß sie Kohlensäure enthalten, oder in Grotten und Höhlen, welche wenig besucht sind, nicht eher zu gehen, als bis man sich überzeugt hat, daß ein Licht ruhig darin brennt. Wird die Flamme blaß, verkleinert sie sich, oder löst sie gar aus, so muß man sich in Acht nehmen und nicht weiter vordringen, als bis die Luft erneuert ist. Man zündet zu dem Ende am Eingang ein Feuer in einem guten Eisen an, dessen Aschenloch mit einem Rohr in Verbindung steht, welches die zur Verbrennung nöthige Luft aus der Höhle selbst zieht.

Sollte die Luft der Grotte etwa gar nach faulen Eiern riechen, so wäre dieß ein sicheres Zeichen von der Gegenwart der Schwefelwasserstoffsäure und in diesem Falle dürfte man durchaus nicht weiter vordringen, ohne die Luft so gereinigt zu haben, daß aller Geruch verschwunden ist, indem man dieselbe nach obiger Angabe entweder erneuert oder den Boden mit Chlorkalk begießt.

Zuweilen muß man sehr schnell in einen Keller eilen, um Personen heraus zu holen, welche von der Kohlensäure betäubt wurden. In diesem Falle waren alle oben angegebenen Mittel zu zeitraubend, um mit Nutzen angewendet zu werden. Dann ist es am besten, in dem Keller eine wäßrige Ammoniakauflösung zu gießen. Es bildet sich kohlensaures Ammoniak und die Luft wird dadurch fast augenblicklich gereinigt. Die Gegenwart eines geringen Ueberschusses vom Ammoniak kann den Betäubten nicht schaden; im Gegentheil sie wirkt bei ihnen als heilsamer Reiz. In Ermangelung des Ammoniaks kann man Kali oder kaustisches Natron anwenden, wie es Labarraque gemacht hat, oder auch ungelöschten Kalk, den man zerfallen läßt und dann mit Wasser verdünnt. Diese mit Wasser angerührten oder aufgelösten Stoffe werden mit einer Gießkanne in den Keller gegossen oder mit einer Pumpe, ja selbst mit einer Spritze hineingespritzt. Wenige Augenblicke nachher untersucht man die Luft mit einer angezündeten Kerze; fährt diese fort zu brennen, so kann man in den Keller gehen.

Wenn es leicht ist, den Ursprung der Kohlensäure im aufgeschwemmten Land, das mit organischen in der Zersetzung begriffenen Substanzen durchdrungen ist, sich zu erklären, so ist es dagegen schwer begreiflich, woher die zuweilen so reiche Kohlensäureentwicklung an dem Ausfluß von Quellen ruht, welche augenscheinlich in granitischen Gebirgen entspringen. Hieher gehören die Quellen von Salz (Ardèche), von Wildbad (Salzburg), von Carlsbad (Böhmen), vom Warmbrunnen (Schlesien) etc. Es giebt wenige unter den bekannten Substanzen, welche mittelst einer einfachen Reaktion so beträchtliche Mengen von Kohlensäure erzeugen können, ohne daß die Luft dabei mitwirkt.

509. Benützung. Die Kohlensäure wird vielfach angewendet; ihre Gegenwart in der Luft ist nothwendig zur Vegetation; sie theilt dem Bier, dem Champagnerwein, den Gasquellen die Eigenschaft zu muffiren mit, so wie den stehenden Geschmack, welcher diese Getränke angenehm macht. Man wendet die Kohlensäure im Großen an, um die künstlichen Mineralwasser zu bereiten. (S. Künstliche Mineralwasser). In diesem Fall bedient man sich der Kohlensäure aus der Kreide, die man durch Schwefelsäure austreibt oder auch derjenigen, welche sich während der Gährung des Biers entwickelt. Man wendet sie auch zur Bleiweißfabrication an (S. Kohlensaures Blei) und in diesem Fall benutzte man bisher die Kohlensäure, welche durch die Verbrennung der Kohle mittelst atmosphärischer Luft gebildet wurde.

Viele natürliche Quellen entwickeln bei ihrem Austreten aus der Erde beträchtliche Mengen Kohlensäure, die man wohl benützen könnte,

Kohlenoxyd.

(Synonym, Lat. *Carbonum oxydatum*. Franz. *Oxide de carbone*.

510. Eigenschaften. Es ist ein farb- und geruchloses, in Wasser fast unlösliches Gas, ohne Wirkung auf Pflanzenfarben, unveränderlich durch Elektricität oder Wärme. Seine Dichtigkeit ist 0,967.

Unter den einfachen nicht metallischen Stoffen sind der Sauerstoff und das Chlor die einzigen, welche einige Wirkung auf das Kohlenoryd haben. Wir werden sogleich auf die Wirkung des Chlors zurückkommen; die des Sauerstoffs hat bloß bei der Glühhitze oder durch Einfluß des elektrischen Funkens Statt. Das Gemenge detonirt und giebt Kohlensäure als Produkt. Eben so wirkt die Luft.

In Berührung mit der Luft und einer angezündeten Kerze fängt das Kohlenorydgas Feuer, brennt mit einer blauen Flamme und verwandelt sich in Kohlensäure.

511. Zusammensetzung. Das Kohlenoryd wird gebildet aus:

| | | |
|-------------------|----------|------------|
| 2 Mt. Kohlenstoff | = 75,33 | oder 42,96 |
| 1 Mt. Sauerstoff | = 100,00 | 57,04 |
| 2 Mt. Kohlenoryd | = 175,33 | 100,00 |

Nämlich jedes Volumen Kohlenoryd wird gebildet aus einem Vol. Kohlenstoffdampf und einem halben Vol. Sauerstoff. Dieß ergibt sich, wenn man ein Vol. Kohlenoryd mit einem Vol. Sauerstoffgas im Quecksilbereudiometer detoniren läßt. Es bildet sich ein Vol. Kohlensäure und es bleibt ein halbes Vol. freies Sauerstoffgas. Man mußte also dem Kohlenoryd ein halbes Vol. Sauerstoffgas zufügen, um Kohlensäure daraus zu bilden und, da dieses aus gleichen Theilen Sauerstoffgas und Kohlenstoffdampf gebildet wurde, bleibt für die Zusammensetzung des Kohlenorydes ein halb Volumen Sauerstoff und ein Volumen dampfformiger Kohlenstoff.

512. Bereitung. Sie kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden; wir wollen nur zwei anführen.

Man nimmt gleiche Theile gepulverten trocknen Marmor und gleichfalls recht trockene Eisenseilspäne. Man menst beide und bringt das Gemenge in eine irdene Retorte, welche mit einer gebogenen Röhre versehen ist, um das Gas aufzufangen (Taf. 3. fig. 1, 3). Man erhitzt die Retorte zum Rothglühen; es entwickelt sich ein Gemenge von Kohlenoryd und Kohlensäure, welches man über Wasser auffängt. Man scheidet nun die Kohlensäure mittelst einer Kalilösung, wobei das Kohlenoryd rein zurück bleibt. In der Retorte findet man ein Gemenge aus Eisenerd und Kalk. Diese

Verfahrungsart beruht auf der Zersetzung, welche die Kohlensäure durch Eisen bei erhöhter Temperatur erleidet. Es verwandelt dieselbe in Kohlenoxyd und oxydirt sich dabei selbst.

Man kann sich ferner noch Kohlenoxyd verschaffen, indem man einen Theil Sauerkleeesalz oder saures oxalsaures Kali mit 20 Theilen concentrirter Schwefelsäure mengt. Man bringt diese Stoffe in eine mit einer Gasleitungsröhre versehene Phiole (Taf. 4. fig. 13), erhitzt hierauf langsam und schon bei einer Temperatur von 80 oder 100° löst sich das Salz in der Säure auf und es entwickelt sich dabei eine bedeutende Menge Gas. Dieß ist ein Gemenge aus gleichem Volume Kohlenoxyd und Kohlensäure. Man scheidet die Kohlensäure durch Kali ab und das Kohlenoxyd bleibt rein zurück. Dieß Verfahren gründet sich auf die Zusammensetzung der Dralsäure, welche, aus Sauerstoff und Kohlenstoff bestehend, in Absicht auf ihre quantitative Mischung zwischen dem Kohlenoxyd und der Kohlensäure steht und nur in Verbindung mit Wasser oder den Basen bestehen kann. Wenn man daher ein oxalsaures Salz mit Schwefelsäure im Überschuß in Berührung bringt, so bemächtigt sich ein Theil derselben der Base und der andre Theil des Wassers, welches der erstere der frei werdenden Dralsäure hätte abtreten können. Unter diesen Umständen kann diese Säure nicht bestehen und sie verwandelt sich in gleiche Theile Kohlenoxyd und Kohlensäure.

Man verschafft sich auch Kohlenoxyd mittelst eines Gemenges von Zinkoxyd und Kohle; hier erhält man aber nie reines Gas.

Das Kohlenoxyd bildet sich zuweilen bei der Verbrennung der Kohle, wenn der Luftstrom im Verhältniß zum Volume der glühenden Kohle zu schwach ist. Dieß Gas ist es, welches oft eine blaue Flamme erzeugt, die in der Kuppel der Reverbiröfen erscheint. Diese Erscheinung ist leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Kohlensäure bei der Glühhiße durch Kohle in Kohlenoxyd reducirt wird.

Chlorkohlenoxyd.

(Synonyme. Chlorkohlensäure. Phosgengas.
 Franz. Chlorure d'oxide de carbone, acide
 chloro-carbonique.)

513. Diese gasförmige Verbindung wurde von John Davy entdeckt. Sie entsteht leicht, wenn man gleiche Volumtheile Chlor und Kohlenoxyd trocken zusammen mengt und das Gemenge eine Viertelsunde lang der Sonne aussetzt. Beide Gase verbinden sich nach und nach, das Gemenge entfärbt sich und indem man das Gefäß, welches es enthält, unter Quecksilber öffnet, bringt letzteres hinein und füllt das selbe fast bis zur Hälfte an, was von der Zusammenziehung beider Gase während ihres Verbindens herrührt.

Das Chlorkohlenoxyd besteht aus:

| | | | | |
|-----------------------|---|--------|------|--------|
| 1 Mt. Chlor | = | 221,32 | oder | 71,63 |
| 1 Mt. Kohlenoxyd | = | 87,65 | | 28,37 |
| 1 Mt. Chlorkohlenoxyd | = | 308,97 | | 100,00 |

Das heißt aus einem Volum Chlor und einem Volum Kohlenoxyd zu einem einzigen Volum condensirt.

Diese Verbindung ist gasförmig, farblos, von erstickendem Geruch; sie erregt Thränen, rothet das Lackmusk, leidet brennende Körper aus und ist nicht entzündlich. Ihre Dichtigkeit ist 3,399.

Alle einfachen nicht metallischen Körper scheinen keine Wirkung auf dieses Gas zu äußern. Nicht so ist es mit den Metallen. Zink, Zinn, Arsenik, Antimonium etc. wenn sie in Berührung mit ihm erhitzt werden, bemächtigen sich des Chlors und das Kohlenoxyd wird frei. Die Metallerhyde zersetzen es ebenfalls und es bildet sich dann Kohlensäure und Chlormetalle.

Wird das Wasser mit diesem Gas in Berührung gebracht, so zerstört es dasselbe rasch, wird aber selbst dabei zersetzt. Es bildet sich Kohlensäure und Chlornasserstoffsäure; allein demungeachtet raucht dieß Gas nicht an der Luft. Die veräumten Säuren wirken auf dasselbe, wie das Wasser. Eben so ist es mit den alkalischen Auflösungen.

Der Name, welchen man dieser Verbindung gab, wird eigentlich durch nichts gerechtfertigt; es verbindet sich übrigens doch mit trockenem Ammoniak; jedes Volum Säure absorbiert 4 Vol. Ammoniak und dadurch bildet sich ein weißes, flüchtiges, sehr stechendes und zerfließliches Neutralsalz. Dieß Salz giebt mit den stärksten concentrirten Säuren behandelt, Chlornasserstoffsäure und Kohlensäure, indem das durch die Verbindung des Ammoniaks mit diesen Säuren frei gewordene Wasser zersezt wird.

Man kennt nur drei Stoffe, welche dieß Gas auflösen, ohne es zu verändern; 1) der Alkohol, welcher das zwölffache seines Volums aufnimmt; 2) das Chlorsäure, welches zehnmal sein Volum und 3) der Chlorschwefel, welcher eine Menge absorbiert, die man noch nicht messen konnte. Werden diese Auflösungen mit Wasser behandelt, so lassen sie viel und zersezt Gas fahren.

Mengt man Chlorkohlensäure, Sauerstoff und Wasserstoff und läßt man einen elektrischen Funken in das Gemenge treten, so findet Detonation und Bildung von Chlornasserstoffsäure und Kohlensäure Statt.

Die Chlorkohlensäure entspricht, wie man sieht, der Kohlensäure. In allen Verbindungen vertritt 1 Vol. Chlor $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoff; es ist also so viel, als wenn man das Kohlenoxyd in Säure verwandelt hätte, indem man statt des halben Volum Sauerstoff, das man hätte hinzufügen müssen, ein Volum Chlor sezt. Die Chlorkohlenstoffsäure ist aber eine stärkere Säure, als die Kohlensäure, denn sie sättigt viermal mehr Ammoniak und zersezt außerdem das kohlen-säure Ammoniak, indem es die Kohlensäure austreibt.

Verbindungen von Chlor und Kohlenstoff.

(Chlorures de carbone.)

Man kennt deren drei, wovon Faraday zwei darstellte; die dritte konnte noch nicht direkt bereitet werden.

514. Chlorkohlenstoff. Dieß ist eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, deren Dichtigkeit 1,55 und das Brechungsvermögen 1,487 beträgt. Sie siedet bei

Zerkleinert man diesen Stoff, so brennt nur, so lange man ihn in die Flamme einer Lampe hält, wo er dem Einfluß des Wasserstoffes des Kohlenstoffes und des Sauerstoffs der Luft ausgesetzt ist. Er detonirt, wenn er mit Sauerstoff und Wasserstoff gemischt ist und man elektrische Funken durchschlagen läßt. Dient sich dieses Mittel auch sehr zweckmäßig, um Gase zu analysiren. Es bildet sich Chlornasserstoffsäure und Kohlenwasserstoffsäure. Viele Metalle zerlegen ihn ebenfalls in die Elemente. Es bilden sich Chlormetalle und der Kohlenstoff. Unter dem Einfluß des Sonnenlichts wird das Chlorkohlenstoff in Unterhalbchlorkohlenstoff verwandelt. Der Chlorkohlenstoff besteht aus:

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ At. Chlor} & = & 221,32 \\
 1 \text{ At. Kohlenstoff} & = & 37,66 \\
 \hline
 & & 258,98
 \end{array}$$

Man erhält den Chlorkohlenstoff, indem man Unterhalbchlorkohlenstoff in der Glühhitze zerlegt. Man leitet diesen Körper als Dampf in eine Porzellanröhre, welche mit Porzellanstückchen angefüllt ist; er wird da theilweise zerlegt, läßt Chlor fahren und geht in Kohlenstoff über, welchen man in einer kalten, fünf oder sechs Fuß langen gebogenen Röhre auffängt. Fast das ganze Produkt setzt sich in den beiden ersten Biegungen; jedoch bleibt noch ein wenig Chlor und etwas Unterhalbchlorkohlenstoff beigemengt. Man erhält man diesen Chlorkohlenstoff, indem man

Wiegung der Röhre zur andern durch die bloße Wärme der Hand, so oft man will, destilliren. So wird er vollständig vom Aenderthalbchlorkohlenstoff getrennt. Man erkennt, daß der Chlorkohlenstoff rein ist, wenn er an der Luft ohne Rückstand verdampft.

515. Aenderthalbchlorkohlenstoff. Dieser ist fest, durchsichtig, farblos, in kleinen Prismen oder Tafeln krystallisirt. Seine Grundgestalt ist das Tetraeder. Seine Dichtigkeit ist ungefähr gleich 2; sein Strahlenbrechungsvermögen 1,5-6. Er ist sehr zerreiblich; sein Geruch nähert sich dem des Aamphers; sein Geschmack ist schwach.

Er schmilzt bei 160°C und siedet bei 182° . Die Glühhitze verwandelt ihn in Chlor und Chlorkohlenstoff. Sauerstoff, Wasserstoff, Wasser, Alkohol, Aether, die Ole, die Säuren und Alkalien wirken auf ihn, wie auf den Chlorkohlenstoff. Das Chlor bleibt unverändert. Das Jod verwandelt dasselbe bei einer Hitze von ohngefähr 180° in Chlorjod und Chlorkohlenstoff. Der Schwefel und Phosphor wirken Ebenso:

Es wird gebildet aus:

$$\begin{array}{rcl} 3 \text{ At. Chlor} & = & 663,96 \\ 2 \text{ At. Kohlenstoff} & = & 75,33 \\ & & \hline & & 739,29 \end{array}$$

Den Aenderthalbchlorkohlenstoff erhält man, indem man ein Gemenge aus 3 bis 9 Vol. Chlor auf 1 Vol. Zweifachkohlenwasserstoffgas den Sonnenstrahlen aussetzt. Es bildet sich Chlormwasserstoffsäure und Chlorkohlenstoff. Man erhält ihn noch leichter und in größerer Menge, wenn man einen Strom von Chlor in eine Flasche treten läßt, welche Wasser und Chlorkohlenwasserstoff enthält, und man den Apparat der Sonne aussetzt. Bald erscheinen Krystalle von Aenderthalbchlorkohlenstoff, während das Wasser Chlormwasserstoffsäure aufnimmt. Sobald das Chlor keine Wirkung mehr ausübt, scheidet man das saure Wasser ab, wäscht den Aenderthalbchlorkohlenstoff, drückt ihn zwischen Filtrpapier aus und sublimirt ihn. Wurde er sauer seyn, so mußte man ihn in Alkohol auflösen und mit alkalischem Wasser niederschlagen.

von auf, obgleich es den Geruch desselben annimmt und sehr lange beibehält. Dagegen lösen der Alkohol, Äther und die Ole sehr viel von diesem Körper auf.

Der Einfach-Schwefelkohlenstoff ist zusammengesetzt aus

| | | | | |
|---------------------------|---|--------|------|--------|
| 1 Mt. Schwefel | = | 201,16 | oder | 84,23 |
| 1 Mt. Kohlenstoff | = | 37,66 | | 15,77 |
| 1 Mt. Schwefelkohlenstoff | = | 238,82 | | 100,00 |

519. Man erhält den gewöhnlichen Schwefelkohlenstoff durch zwei verschiedene Methoden, die jedoch mit einander gemein haben, daß man den Schwefel dampfförmig in der Rothglühhitze mit Kohlenstoff zusammen bringt.

Das erste Verfahren besteht darin, daß man in eine thönerne Retorte ein Gemenge von gepulvertem Schwefelkies und Kohlenpulver bringt. Man paßt in die Retorte einen gläsernen Vorstoß und verbindet mit diesem wieder einen tubulirten Glasballon, von welchem eine Röhre in eine mit Wasser gefüllte Flasche geht. Nun erhitzt man nach und nach die Retorte bis zur Rothgluth, der Schwefel entbindet sich jetzt aus dem Schwefelkies und verbindet sich mit einem großen Theil der Kohle, wodurch Schwefelkohlenstoff gebildet wird, der als Dampf mit überschüssigem Schwefel in die Vorlage geht. Der Letztere verdichtet sich in dem Vorstoße, während der Schwefelalkohol sich im Ballon oder der Flasche kondensirt, welche man sorgfältig mit kaltem Wasser umgiebt.

Wisweilen bereitet man sich auch Schwefelkohlenstoff mittelst eines vielleicht minder leichten Verfahrens. Der dazu verwendete Apparat besteht aus einer Porzellanröhre, welche man in einen Reverberirofen so legt, daß sie etwas gegen den Horizont geneigt ist. Am untern Ende desselben befestigt man einen gebogenen Vorstoß, welcher in eine bis zu zwei Drittheilen mit Wasser gefüllte Flasche taucht, die mit einer geraden Röhre zum Behufe der Gasentbindung versehen ist. Man füllt die Porzellanröhre mit wellenläufiger Kohle, erhitzt bis zur Rothgluth, bringt dann einige Schwefelstücke in das andere dem Vorstoß entgegengesetzte Ende der Röhre und verschließt zuletzt die Öffnung fest durch einen Korkstöpsel. Bald schmilzt nun der Schwefel, verflüchtigt sich und geht dampfförmig durch die weißgluhende Röhre. Ein

Theil geht unverändert durch die Röhre und verdichtet sich in dem Vorstoß, der andere bildet Schwefelkohlenstoff, der sich in der erkalteten Flasche kondensirt. Wenige Augenblicke nachher öffnet man die Röhre und bringt aufs neue Schwefel wie vorher hinein, wodurch die Reaction beider Körper aufs neue beginnt. Auf diese Weise fährt man 10—12 Stunden lang fort und erhält so eine ziemliche Menge Schwefelkohlenstoff.

Bei beiden Verfahrensarten entbindet sich zugleich Kohlenwasserstoff und Schwefelwasserstoffsäure, welche vom Wasserstoff herrühren, der im Schwefel und in der Kohle enthalten ist, außerdem auch schwächere Säure, Kohlensäure, Kohlenoxid und Stickstoff, Produkte der in den Gefäßen enthaltenen Luft. Im zweiten Falle erzeugen sich diese Gase in größerer Menge als im ersten, weil beim jedesmaligen Öffnen des Apparates, Behufs der Einbringung des Schwefels, Luft in die Röhre kommt.

Da bei beiden Experimenten freier Schwefel mit übergeht, so ist das erhaltene Produkt anfangs noch Kohlenstoffschwefel. Vom Wasser wird derselbe durch bloßes Dekantiren geschieden, hierauf in eine Retorte gebracht und destillirt. Der Schwefelüberschuß bleibt zurück, um den Schwefelkohlenstoff jedoch ganz rein zu haben, wiederholt man die Destillation 2 bis 3 mal.

Behandelt man nach Zeise den Schwefelkohlenstoff, der in Alkohol aufgelöst ist, mit einer Auflösung von Alkali in Weingeist, so bilden sich neue Salze. Wendet man statt Kali Ammoniak an, so erzeugen sich ebenfalls besondere Verbindungen. (Schweiggers Journal Bd. 41. S. 98 und 170.)

Nach diesen Beobachtungen scheint es, daß der Einfach-Schwefelkohlenstoff oder wenigstens irgend ein Schwefelkohlenstoff sich mit Wasserstoff verbinden könne, um eine Wasserstoffsäure zu bilden, welcher Zeise den Namen Xanthogenwasserstoffsäure gab, indem er die Verbindung von Schwefel und Kohlenstoff, welcher ein Bestandtheil dieser Säure ist, Xanthogen nannte, wegen seiner Ähnlichkeit mit den Cyanogen. Das Xanthogen bildet mit vielen Metallen gelbe Verbindungen, deren wir hier nur beiläufig Erwähnung thun; es sind dieselben noch nicht hinlänglich analysirt

worden und müssen aufs Neue untersucht werden, um die Theorie ihrer Entstehung und der Wechselwirkungen, welche sie veranlassen, aufzuhellen.

Cyan oder Stickstoffkohlenstoff.

(Synon. Cyanogen. Blausstoff. Franz. Cyano-gène, -Azoture de carbone.)

520. Das Cyan wurde in der neuern Zeit erst entdeckt; man verdankt seine Entdeckung Gay-Lussac, der diesen Körper sowohl, als seine höchst merkwürdigen Eigenschaften auf eine so umfassende Weise kennen lehrte, daß selbst diejenigen Chemiker, welche sich der noch etwas zweifelhaften Theorie der Wasserstoffsauren am hartnäckigsten widersetzen, sich von der Wahrheit derselben überzeugten.

Das Cyan ist vielleicht diejenige Verbindung, welche die meiste Belehrung für die Chemie darbietet. Es ist zur Genüge bewiesen, daß es kein einfacher Körper ist; durch einfache Experimente läßt sie die Gegenwart des Stickstoffs und Kohlenstoffs in demselben darthun, allein nichts destoweniger spielt es in den meisten Fällen die Rolle eines Elementarstoffes. Überall, wo es nicht in seiner elementaren Mischung verändert wird, verhält es sich wie Chlor, Brom und Jod. Verglichen mit diesen Körpern, spielt es eine so ähnliche Rolle, daß man eigentlich an der Einfachheit derselben zweifeln und vermuthen sollte, daß sie vielleicht einst in ähnliche Bestandtheile wie das Cyanogen zerlegt werden könnten.

Besser noch wird man sich von der Wahrscheinlichkeit dieser Ansichten überzeugen, wenn man die Verbindungen des Chlors, Broms und Jods mit den ähnlichen Verbindungen des Cyans vergleicht, was wir hier aus diesem Grunde, und weil das Berlinerblau (ein Cyaneisen) in der Technik eine äußerst wichtige Rolle spielt, ausführlich thun wollen.

521. Eigenschaften. Das Cyan ist gasförmig durch Kälte oder Druck läßt es sich in eine tropfbare Flüssigkeit, ja selbst in einen starren Körper verwandeln. Sein Geruch kann nicht wohl beschrieben werden, er ist sehr stark und durchdringend; in Wasser auflöslich schmeckt es äußerst stechend;

es ist entzündlich und brennt mit einer bläulichen ins Purpurne spielenden Flamme; seine Dichtigkeit ist 1,8064.

Das Cyanogen wird selbst bei sehr hoher Temperatur noch nicht zersetzt; das Wasser löst bei 20° C vier und ein halb mal sein Volum von diesem Gase auf; reiner Alkohol dagegen nimmt das 20fache seines Volums auf. Der Schwefeläther und das Terpentinöl absorbiren davon ungefähr so viel als das Wasser.

Die Lakmusluktur wird durch Cyanogen geröthet. Erwärmt man die Auflösung, so entbindet sich das Gas gemengt mit etwas Kohlensäure und die blaue Farbe des Lakmus erscheint wieder. Ohne Zweifel entsteht die Kohlensäure durch die Zersetzung eines kleinen Theils Cyan mittelst Wasser.

Das Cyan kann bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff gemengt werden, ohne eine Veränderung zu erleiden. Nicht so verhält es sich, wenn man die Temperatur des Gemenges bis zur Rothgluth steigert oder einen elektrischen Funken durch dasselbe schlagen läßt. Es findet in diesem Falle eine heftige Detonation statt, der Stickstoff wird frei und es erzeugt sich Kohlensäure. Bringt man Cyan mit Sauerstoff im Augenblick des Gaswerdens und mit einer Salzbase zusammen, so verbindet sich der Sauerstoff mit dem Cyan und es bildet sich cyanichte Säure.

Der Wasserstoff und das Cyan wirken ebenfalls nur auf einander im Augenblick ihres Gaswerdens und es erzeugt sich dann Cyanwasserstoffsäure.

Trocknes Chlor und Cyan wirken nicht aufeinander, dagegen im feuchten Zustande dem Sonnenlichte ausgesetzt, findet eine langsame Reaction Statt und es erzeugt sich eine gelbe Flüssigkeit und ein weißer starrer Körper, welche beide noch nicht näher untersucht worden sind. Im Augenblick des Gaswerdens verbindet sich das Cyan mit Chlor und bildet Chlorcyan; auf gleiche Weise wirken auch Brom und Jod, wenigstens dann, wenn sie mit gerade sich entbindendem Cyan in Berührung kommen.

Der Schwefel zeigt keine Wirkung auf gasförmiges Cyan, verbindet sich aber mit demselben, wenn es noch an Metalle

gebunden ist und erzeugt dann Schwefelcyan. Ganz so verhält sich Selen.

Phosphor, Stickstoff, Kohlenstoff, Bor und Kiesel äußern weder in der Kälte noch in der Wärme eine Wirkung auf das Cyan.

Unter den zusammengesetzten Körpern, welche wir bisher betrachtet haben, sind nur wenige mit dem Cyan in Berührung gebracht worden.

Das Cyan verbindet sich mit dem Schwefelwasserstoffgas, allein nur langsam: man erhält eine gelbe Substanz in äußerst feinen verworren krystallisirten Nadeln, welche sich im Wasser auflöst, das salpetersaure Blei nicht fällt, mit Eisensalzen keinen blauen Niederschlag erzeugt und aus einem Volumen Cyan und anderthalb Volumen Schwefelwasserstoffgas besteht.

Ammoniakgas und Cyan wirken aufeinander, sobald man beide miteinander mischt, allein es sind zur vollständigen Reaction mehrere Stunden Zeit erforderlich. Anfangs wird ein weißer dicker Dampf sichtbar, der schnell wieder verschwindet: die Volumverminderung ist beträchtlich und die Wände der Glasröhren, worin man das Gemenge macht, werden undurchsichtig, indem sie sich mit einer braunen festen Masse überziehen. Zu dieser Verbindung wird eine Maaß Cyan und anderthalb Maaß Ammoniak erfordert.

Das Wasser wird davon dunkel orangefarb tingirt, es gleich sich nur wenig darin auflöst. Die Flüssigkeit wird durch Eisensalze nicht blau gefärbt.

Vorzüglich mit den Metallen bildet das Cyan Verbindungen, welche näher betrachtet zu werden verdienen; wir werden uns später mit diesen den Chlormetallen so äußerst ähnlichen Körpern beschäftigen. Hauptsächlich unter Mitwirkung der Metalle bildet sich eigentlich das Cyan, wie wir später bei Betrachtung des Cyankaliums sehen werden (S. Kalium). Der Stickstoff und Kohlenstoff scheinen in der That ein zu geringes Vereinigungstreben zu besitzen, als daß sie sich ohne Beihülfe einer disponirenden Verwandtschaft verbinden konnten.

522. **Zusammensetzung.** Läßt man 1 Volum Cyan mit $2\frac{1}{2}$ Volum Sauerstoff über Quecksilber detoniren, so bilden sich 2 Volume Kohlensäure; nachdem man diese durch Stykoti absorbiert hat, so bleibt ein Gas zurück, von dem der Phosphor noch ein halbes Volum verschluckt, nämlich Sauerstoffgas. Der auß Neue gewonnene Rückstand ist nun 1 Volum Stickstoff; mithin ist das Cyan zusammengesetzt aus 2 Vol. Kohlenstoffdampf und 1 Vol. Stickstoff, welche in ein einziges Vol. verdichtet sind, oder aus

$$\begin{array}{rcl} 2 \text{ Mt. Kohlenstoff} & = & 75,33 \text{ oder } 45,98 \\ 1 \text{ Mt. Stickstoff} & = & 88,52 \quad 54,02 \\ \hline & & 163,85 \quad 100,00 \end{array}$$

523. **Bereitung.** Man erhält gewöhnlich das Cyan aus Cyanquecksilber, welches sich mit Hülfe der Wärme in Quecksilber und Cyan zerlegt. Das neutrale und vollkommen trockne Cyanquecksilber entbindet nur Cyan; ist dasselbe aber feucht, so liefert es zugleich Kohlensäure, Ammoniak und viel Blausäuredampf.

Erhitzt man Cyanquecksilber in einer kleinen Glasretorte oder in einer am einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre, so fangt es bald an schwarz zu werden, schmilzt gleich einer thierischen Substanz und das Cyan entbindet sich dann reichlich. Hat man nicht zu stark erhitzt, so ist das Gas rein; allein wenn die Hitze so bedeutend war, daß das Glas fast zum Schmelzen gebracht wurde, so würde sich zugleich etwas Stickstoff entbinden. Es verflüchtigt sich Quecksilber und Kohle bleibt immer in fein zertheiltem feienrußähnlichen Zustande zurück.

Außer diesem Verfahren, welches Gay-Lussac anwendete, müssen wir auch das von Döbereiner empfohlene hier anführen. Mischt man sauerfleesäures trocknes Ammoniak mit dem Zwanzig- oder Dreißigfachen seines Gewichts concentrirter Schwefelsäure und erhitzt das Gemenge langsam, so entbindet sich Cyan. Das oxalsäure Ammoniak kann auch als eine Verbindung von Wasser und Cyan betrachtet werden; die Schwefelsäure bewirkt hierbei die Wasserbildung und folglich auch die des Cyans. Das so bereitete Gas

enthält jedoch immer etwas Kohlensäure und Kohlenoxyd, wel-
 ches man nicht davon trennen kann.

Cyanwasserstoffsäure.

(Synon. Blausäure, Hydrocyan Säure. Lat. *Acidum hydrocyanicum*. Franz. *Acide hydrocyanique*.)

624. Eigenschaften. Es ist eine farblose Flüssigkeit, von starkem Geruch, anfangs kühlenden, dann brennenden Geschmack; sie ist vielleicht das stärkste der bekannten Gifte. Ein einziger Tropfen in den Rachen eines Hundes gebracht, reicht schon hin, um ihn nach einigen Sekunden zu tödten. Eine gleiche Menge in die Venen eingespritzt, stürzt das Thier todt nieder, als wenn es vom Blitz oder von einer Kanonenkugel getroffen worden wäre. Wenn man nur in sehr kleinen Dosen Blausäuredampf athmet, wird die Zunge, der Rachen und selbst die Lunge fast wie vom Schläge gelähmt, was erst nach einigen Stunden wieder verschwindet. Die vom Dampfe berührten Theile scheinen der Sensibilität beraubt zu seyn und verursachen den zunächst liegenden Theilen das Gefühl eines ganz fremden dem Organismus nicht angehörigen Körpers. Das Ammoniak zerstört beinahe plötzlich die Wirkung der Cyanwasserstoffsäure, allein die Anwendung dieses Mittels muß unmittelbar, nachdem das Gift genommen ist, erfolgen.

Ihre Dichtigkeit bei 7° C ist 0,7058 und bei 18° ist sie nur 0,6969; bei 26,5° kocht sie und bei 15° unter Ruß erstarrt sie. Sie krystallisirt dann regelmäßig und nimmt zuweilen die nadelförmige Gestalt des salpetersauren Ammoniak's an. Wenn sich die Blausäure in Dampf verwandelt, selbst wenn die Temperatur der Luft 20° ist, so erzeugt sie so viel Kalte, daß sie theilweise gefriert, was man leicht beobachten kann, wenn man einen Tropfen Säure an das Ende eines Papierstreifen oder einer Glasröhre bringt. Sie rothet das Lakmusschwach; die rothe Farbe verschwindet aber wieder in dem Maße, als die Säure verdampft. Die Dichtigkeit ihres Dampfes beträgt 0,9476, die der Luft als 1 gesetzt,

522. **Zusammensetzung.** Läßt man 1 Volum Cyan mit 2½ Volum Sauerstoff über Quecksilber detoniren, so bilden sich 2 Volume Kohlensäure; nachdem man diese durch Z. keli absorbiert hat, so bleibt ein Gas zurück, von dem der Phosphor noch ein halbes Volum verschluckt, nämlich Sauerstoffgas. Der aus Neue gewonnene Rückstand ist nun 1 Volum Stickstoff; mithin ist das Cyan zusammengesetzt aus 2 Vol. Kohlenstoffdampf und 1 Vol. Stickstoff, welche in ein einziges Vol. verdichtet sind, oder aus

| | | | | |
|-------------------|---|---------------|------|---------------|
| 2 At. Kohlenstoff | = | 75,33 | oder | 45,98 |
| 1 At. Stickstoff | = | 88,52 | | 54,02 |
| | | <u>163,85</u> | | <u>100,00</u> |

523. **Bereitung.** Man erhält gewöhnlich das Cyan aus Cyanquecksilber, welches sich mit Hülfe der Wärme in Quecksilber und Cyan zerlegt. Das neutrale und vollkommen trockne Cyanquecksilber entbindet nur Cyan; ist dasselbe aber feucht, so liefert es zugleich Kohlensäure, Ammoniak und viel Blausäuredampf.

Erhitzt man Cyanquecksilber in einer kleinen Glasretorte oder in einer am einen Ende zugeschmolzenen Glasrohre, so fängt es bald an schwarz zu werden, schmilzt gleich einer thierischen Substanz und das Cyan entbindet sich dann reichlich. Hat man nicht zu stark erhitzt, so ist das Gas rein; allein wenn die Hitze so bedeutend war, daß das Glas fast zum Schmelzen gebracht wurde, so wurde sich zugleich etwas Enkstoff entbinden. Es verflüchtigt sich Quecksilber und Kohle bleibt immer in fein zertheiltem Kienrußähnlichen Zustande zurück.

Außer diesem Verfahren, welches Gay-Lussac anwendete, müssen wir auch das von Döbereiner empfohlene hier anführen. Mischt man sauerkleeesaures trocknes Ammoniak mit dem Zwanzig- oder Dreißigfachen seines Gewichts konzentrierter Schwefelsäure und erhitzt das Gemenge langsam, so entbindet sich Cyan. Das oraisaure Ammoniak kann auch als eine Verbindung von Wasser und Cyan betrachtet werden; die Schwefelsäure bewirkt hierbei die Wasserbildung und folglich auch die des Cyans. Das so bereitete Gas

| | | |
|----------------------------|---|------------------|
| 1 Lt. Cyan | = | 163,85 oder |
| 1 Lt. Wasserstoff | = | 6,24 |
| 2 Lt. Cyanwasserstoffsäure | = | 170,09 |
| oder wohl auch aus | | |
| 2 Lt. Kohlenstoff | = | 75,33 oder 44,27 |
| 1 Lt. Stickstoff | = | 88,52 52,07 |
| 1 Lt. Wasserstoff | = | 6,24 3,60 |
| 2 Lt. Cyanwasserstoffsäure | = | 170,09 100,00 |

Man beweist dieß leicht, indem man sie
 pferoxyd nach Art animalischer Substanzen anal

526. *Bereitung.* Man erhält diese Sä
 men rein, wenn man Cyanquecksilber durch Chlo
 säure zerlegt. Der hierzu zweckdienliche Apparat
 einer tubulirten Retorte, welche das Gemenge au
 ihrem Halse ist eine horizontale ungefähr C
 lange Röhre angebracht, welche anderthalb Centim
 Durchmesser hat. Das erste Drittel der Röhre
 tortenmündung ist mit kleinen Stücken von weiß
 gefüllt, welches bestimmt ist, die Salzsäure zu
 die sich vielleicht entbinden könnte, was man je
 meiden suchen muß, denn wenn die Kohlensäur
 mors sich mit dem Dampf der Blausäure verme
 sie ihre Verdichtung verhindern. Die beiden a
 theile der Röhre enthalten geschmolzenes Chlorka
 nen Stücken zur Absorption der Wasserdämpfe,

Die Säure kondensirt sich gewöhnlich im ersten Theil der Röhre am Marmor, allein eine gelinde Wärme bewirkt, daß sie nach und nach die Röhre ihrer ganzen Länge nach durchläuft, um in die Vorlage zu gelangen. Man nimmt weniger Salzsäure als eigentlich zur gänzlichen Zersetzung des Cyanquecksilbers nöthig ist. Der Rückstand wird zur Bereitung von wäßriger Blausäure angewendet. Gewöhnlich nimmt man 3 Theile Cyanquecksilber und 2 Theile concentrirte Salzsäure.

Bei dieser Operation zerfällt stets etwas chlormwasserstoffsaures Chlorquecksilber. Ein Theil der Säure sich mit Wasserstoff zu bilden. Wasserstoff eines Theils der Säure sich mit Wasserstoff zu bilden.

Banquelin hat eine Vorrichtung vorge- schlagen: er zerlegt das Cyanquecksilber durch Schwefelwasserstoffgas; hierbei bildet sich Cyanwasserstoffsäure. Der Apparat besteht aus einer horizontalen Röhre, welche an einem Ende gebogen ist, um in den erkalteten Rezipienten, wie gewöhnlich, zu gehen. Am andern Ende ist eine Röhre angebracht, welche ganz trockne Schwefelwasserstoffsäure hinführt. In die horizontale Röhre bringt man das trockne und pulverisirte Cyanquecksilber und hierauf auch trocknes kohlen-saures Blei, welches bestimmt ist, die Schwefelwasserstoffsäure zu absorbiren, welche der Reaction des Cyanquecksilbers entgangen ist; endlich thut man noch geschmolzenes Chlorcalcium in die Röhre, um das Wasser, welches die Säure enthalten könnte, aufzufangen. Man sorgt dafür, daß sich die Schwefelwasserstoffsäure langsam entbindet und erhitze die Röhre ihrer ganzen Länge nach gelinde.

527. Natürliches Vorkommen,

Die Blausäure existirt, doch wie es scheint in noch nicht genau gekannter Verbindung, in den Kirschlorbeerblättern (*prunus laurocerasus*), den bittern Mandeln, den Kernen der schwarzen Kirschen (*prunus avium*), den Blättern, Blüthen und Kernen des Pfirsichbaums und in mehreren andern ähnlichen Pflanzen. Wir werden darauf bei den ätherischen Ölen wieder zurückkommen.

1 Mt. Sauerstoff = 100,00

427,70

Wöhler konnte sie nicht isolirt darstellen, welche sie bildet, sind jedoch sehr beständig; wenn man sie mit einer mächtigen Säure in Berührung bringt, so wird die cyanichte Säure daraus zu entbinden, auf das Wasser und verwandelt sich dann in Kohlensäure mit solcher Schnelligkeit, daß man nach eigentlich glauben sollte, man hätte mit sauren Salze operirt. Vielleicht ist es jedoch möglich, die cyanichte Säure noch zu isoliren. Wöhler hat beobachtet, daß die cyanichtsäuren mit Schwefelsäure behandelt werden, einen Niederschlag, welches auf einen Antheil unzerseht bleibt. Ihre Reaktion auf das Wasser ist ungewöhnlich, wie aus folgender Tafel zu ersehen ist:

Angewendete Produkte.

| | | |
|-----------------------|---|------------------|
| 1 Mt. Cyanichte Säure | { | 4 Mt. Kohlen |
| | | 2 Mt. Stickstoff |
| | | 1 Mt. Sauerstoff |

| | | |
|--------------|---|-------------------|
| 6 Mt. Wasser | { | 6 Mt. Wasserstoff |
| | | 5 Mt. Sauerstoff |

Erhaltene Produkte.

| | | |
|-------------------|---|------------------|
| 4 Mt. Kohlensäure | { | 4 Mt. Kohlen |
| | | 4 Mt. Sauerstoff |

Die cyanichte Säure erzeugt sich unter verschiedenen Umständen: 1.) wenn man Cyan in eine alkalische Auflösung bringen läßt. In diesem Falle erhält man ein Cyanmetall und ein cyanichtsaures Salz; außerdem bilden sich noch verschiedene zufällige Produkte, die von der Zersetzung des Cyanmetalls und des cyanichtsauren Salzes selbst herrühren, wodurch auch die Resultate sehr verwickelt werden.

Unter diesen Produkten findet man stickstoffhaltige Kohle, die die Flüssigkeit und die Salze braun färbt und außerdem noch kohlensaure Metallsalze oder kohlensaures Ammonium.

Die stickstoffhaltige Kohle von der Zersetzung des Cyanmetalls her; die Kohle aus dem Ammonialsalze.

Die cyanichte Säure bildet ein Gemenge von gleichen Theilen Kalium und Mangansuperoxyd, welches in dunkeln Rothgluth erhitzt.

Es ist, mit Alkohol von 86° behandelt. Man läßt die Flüssigkeit stehen und erhält dann nach dem Absetzen des Kalis eine weiße krystalline Masse.

Die cyanichte Säure scheidet sich aus Chlor-, Brom- und Jodkalium durch die Alkalien behandelt.

Unter noch, wenn man ein freies Cyanmetall pulverisirt, bis es in Wasser nach dem Aufsaugen der Luft aufkochen, filtrirt und in derselben cyanichten Schuppen.

Man kann auch zu bilden, wenn man es mit wässrigen Auflösungen

Cyansäure *).

Synonyme. Lat. Acidum cyanicum. Franz. Acide cyanique.)

528. a. Eigenschaften. Diese erst jüngst von Berzelius entdeckte Säure ist für sich darstellbar und unterscheidet sich schon darin wesentlich von der vorigen. Sie ist fest, sehr weiß und krystallisirt aus concentrirten Auflösungen in Rhomboedern, durch Sublimation aber in ganz feinen Nadeln; obgleich wenig auflöslich und mithin fei-

* Wir schalten diese im Originale noch nicht aufgeführte und unterdessen entdeckte Säure hier ein, theils der Vollständigkeit wegen, theils weil sie einen wichtigen Beitrag zur weitem Kenntnis des so merkwürdigen Cyans liefert. W. u. G.

Cyanichte Säure. *)

(Synon. Lat. Acidum cyanosum. Franz. Acide cyanique.)

528. Diese merkwürdige von Wöhler entdeckte Säure besteht aus

| | | | | | |
|------------------|---|-------------------|---|--------|------------|
| 2 At. Cyan | { | 4 At. Kohlenstoff | = | 150,66 | oder 57,29 |
| | | 2 At. Stickstoff | = | 177,04 | 41,19 |
| 1 At. Sauerstoff | | | = | 100,00 | 25,52 |
| | | | | 427,70 | 100,00 |

Wöhler konnte sie nicht isolirt darstellen; die Salze, welche sie bildet, sind jedoch sehr beständig; werden dieselben mit einer mächtigen Säure in Berührung gebracht, so wird die cyanichte Säure daraus zu entbinden, so wirkt letztere auf das Wasser und verwandelt sich dann in Ammoniak und Kohlensäure mit solcher Schnelligkeit, daß man dem Anschein nach eigentlich glauben sollte, man hatte mit einem leuchtfauren Salze operirt. Vielleicht ist es jedoch nicht ganz unmöglich, die cyanichte Säure noch zu isoliren, denn Wöhler hat beobachtet, daß die cyanichtsauren Salze, wenn sie mit Schwefelsäure behandelt werden, einen Essiggeruch ausstoßen, welches auf einen Antheil unzersehter Säure hindeutet. Ihre Reaction auf das Wasser ist übrigens ganz einfach, wie aus folgender Tafel zu erschen ist:

Angewendete Produkte.

| | | |
|-----------------------|---|-------------------|
| 1 At. Cyanichte Säure | { | 4 At. Kohlenstoff |
| | | 2 At. Stickstoff |
| | | 1 At. Sauerstoff |
| 6 At. Wasser | { | 6 At. Wasserstoff |
| | | 3 At. Sauerstoff |

Erhaltene Produkte.

| | | |
|-------------------|---|-------------------|
| 4 At. Kohlensäure | { | 4 At. Kohlenstoff |
| | | 4 At. Sauerstoff |
| 4 At. Ammoniak | { | 6 At. Wasserstoff |
| | | 2 At. Stickstoff |

*) Diese Säure heißt im Originale noch Cyanfäure, da aber unterdeß von Berzelius eine Verbindung des Cyans mit 2 Atomen Sauerstoff festgestellt wurde, so muß die bisher genannte Säure „cyanichte Säure“ genannt werden. N. u. G.

Das cyanichtsaure Silber wird langsam reducirt und verwandelt sich in metallisches Silber, Kohle, Kohlensäure und Stickstoff.

Diese Thatsachen zeigen zur Genüge, daß diese beiden Säuren mit Ausnahme ihrer gleichen Zusammensetzung nichts mit einander gemein haben. Man muß deshalb annehmen, daß, da beide dieselben Bestandtheile in demselben quantitativen Verhältniß aufzuweisen haben, übrigens aber zwei ganz verschiedene Verbindungen sind, die kleinsten Theilchen ohne Zweifel nicht auf eine Weise verdichtet oder untereinander geordnet sind.

Da man die Knallsäure und die Bereitung der Knallsäure erheischt, so werden wir liefern (S. Silber, D).

Es existirt eine Säure, welche Liebig, Sauerstoff und Stickstoff sind darin nicht in der deshalb ist es zweckgemäße Chemie erst aufzuführen.

sich darstellen kann eine nähere Beschreibung erst später

dem Namen Kohlenstick- sie enthält auch Kohlenstoff und Kohlen Cyan zu bilden; n der organischen

Chlorcyan.

(Chlorures de cyanogène.)

530. Cyanchlorür (Protochlorure de cyanogène.) *)

Die ersten Untersuchungen über diesen Körper verdanken wir Berthollet; später haben Gay-Lussac und Berzélius uns die Haupteigenschaften desselben kennen gelehrt. Das Cyanchlorür ist bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig; es ist farblos, riecht unerträglich, erregt Thränen und erzeugt, mit der Haut in Berührung gebracht, einen heftigen

*) Diese Verbindung ist im Originale als Chlorure de cyanogène aufgeführt, weil früher bloß eine Verbindung des Cyans mit Chlor bekannt war, neuerdings aber erst eine zweite (Cyanchlorid) von Berzélius entdeckt wurde, die wir hier aufnehmen, weil sie zur Bereitung des Cyanurs angewendet wird. (N. u. G.)

Schmerz, wenn diese nur ganz leicht aufgeritzt ist. Es ist sehr giftig als wässrige Auflösung. Ein bis zwei Gran davon können schon ein Kaninchen tödten. Die Dichtigkeit dieses Gases ist gemäß der Proportion seiner Mischungsheile $= 2,116$.

Bei 18° unter Null wird das Cyanchlorür ein fester Körper; es krystallisirt dann in sehr langen durchsichtigen Nadeln. Bei $12-15^{\circ}$ unter Null wird es wieder tropfbar und steigt die Temperatur noch um einige Grade, so nimmt es seinen ursprünglichen gasförmigen Zustand wieder an. Unter einem Druck von 4 Atmosphären wird es gleichfalls tropfbar und zwar noch bei 20° C über Null.

Das Cyanchlorür verändert die Farbe des Lakmus weder im trocknen noch feuchten Zustand. Das Wasser löst das zwanzigfache, Alkohol das hundertfache seines Volums auf, ohne eine sichtbare Veränderung, selbst nach ziemlich langer Zeit, zu erleiden. Durch Kochen sondert sich das Cyanchlorür aus seiner wässrigen Auflösung, was zugleich ein Mittel an die Hand giebt, diese Substanz von andern gleichzeitig sich bildenden Substanzen zu scheiden. Es verwandelt sich stets auch dadurch ein Theil in Kohlensäure, Chlornasserstoffsäure und Ammoniak.

Das Kali verwandelt das Cyanchlorür in Chlorkalium und in cyanichtsaures Kali. Behandelt man diese Chlorverbindung mit einer concentrirten Kaliauflösung und hierauf durch eine Säure, so entbindet sich schnell Kohlensäure (S. Cyanichte Saure). Diese merkwürdige Eigenschaft, welche das Verhältniß zwischen Chlor und Cyan in dieser Verbindung feststellt, findet sich in denjenigen Körpern wieder, welche wir nun betrachten wollen.

Das Cyanchlorür besteht aus

| | | | | |
|-------------------|---|--------|------|--------|
| 1 At. Chlor | = | 221,32 | oder | 57,46 |
| 1 At. Cyan | = | 163,85 | | 42,54 |
| 2 At. Cyanchlorür | = | 385,17 | | 100,00 |

nämlich aus 1 Vol. Chlor und 1 Vol. Cyan, ohne weitere Verdichtung.

531. Man erhält das Cyanchlorür auf verschiedene Wei-

se, oder vielmehr bildet es sich unter gewissen Umständen, die man näher kennen muß.

Berthollet nahm die Bildung desselben in einem Gemenge von Chlor und wäßriger Cyanwasserstoffsäure wahr. Auf diesem Wege kann man es leicht darstellen. Man läßt einen Strom Chlor in verdünnte Blausäure so lange streichen, bis Chlor im Ueberschuß vorhanden ist. Hierauf schüttelt man die Flüssigkeit mit Quecksilber, um den Chlorüberschuß wegzuschaffen, dann destillirt man bei gelinder Wärme, indem man die Produkte durch eine mit Chlorkalcium gefüllte Röhre gehen läßt. Vorne in die Röhre bringt man einige Stücken Kreide, um die Salzsäure zu absorbiren, welche sich entbinden könnte. Auf solche Weise halt man Letztere so wie die Wasserdämpfe zurück; es bleibt dann nur ein Gemenge von Cyanchlorür und Kohlensäure, welches man durch eine weite U formige Röhre treibt, die bis 20° unter Null erkaltet wird. Das Cyanchlorür verdichtet sich in der gekrümmten Röhre, während sich die Kohlensäure verflüchtigt. Nachher isolirt man die gekrümmte Röhre vom Apparat, verkorft sie auf einer Seite, bringt an die andere eine zweite Röhre an, um das Gas aufzufangen, nimmt das Ganze aus der kaltmachenden Mischung und während so das Cyanchlorür allmählig Gasgestalt annimmt, kann man es über Quecksilber auffammeln.

Die bei dieser Operation Statt findenden Reaktionen wären ganz einfach, wenn das Chlor die Cyanwasserstoffsäure nur in Chlornwasserstoffsäure und Cyanchlorür verwandelte; allein mit Hilfe der Wärme und vielleicht unter Einwirkung der Chlornwasserstoffsäure verwandelt sich das Cyanchlorür zum Theil vermöge der Wasserzersetzung, in Kohlensäure, die sich entbindet und in chlornwasserstoffsaures Ammoniak, welches in der Auflösung zurück bleibt. Man kann diese Wechselwirkung weiter in folgender Tafel studiren, wo man die angewendeten Produkte in verticaler und die erhaltenen in horizontaler Richtung aufgeführt findet.

| | | | |
|-------------------------|---------------------|--------------------|--|
| | 2 At. Cyanchlorür | 4 At. Wasser | |
| 2 At. Chlornasserstoff. | = 1 At. Chlor | + 1 At. Wasserst. | |
| 2 At. Ammoniak | = 1 At. Stickstoff | + 3 At. Wasserst. | |
| 2 At. Kohlensäure | = 2 At. Kohlenstoff | + 2 At. Sauerstoff | |

Die Menge des so zerstörten Cyanchlorürs ist bedeutend; man kann sie auf ein Drittel derjenigen Quantität anschlagen, welche in der Auflösung anfänglich enthalten war. Man kann auch das Cyanchlorür auf eine andere von Serullas zuerst angegebene Weise darstellen. Man nimmt 5 bis 6 Gramme pulverisirtes Cyanquecksilber, bringt dasselbe in eine mit reinem Chlorgas gefüllte Flasche, von der Größe eines Liters und fügt die nöthige Menge Wasser zu, um einen flüssigen Brei zu bilden; man verkorkt die Flasche und nachdem das Gemenge 10 bis 12 Stunden an einem dunklen Ort gestanden, entfärbt es sich gänzlich und verwandelt sich in Quecksilberchlorid und Cyanchlorür. Hat man vom Cyanquecksilber einen beträchtlichen Überschuss angewendet, so bleibt kein freies Chlor zurück; allein die Flasche kann Luft enthalten und außerdem Chlornasserstoffsäure und Cyan in Folge einiger zufälliger Reaktionen. Um beide davon zu scheiden, taucht man die Flasche in eine kaltmachende Mischung von 20° unter Null. Das Cyanchlorür krystallisirt an den Wänden derselben, worauf man sie mit bis zu —20° erkaltetem Quecksilber füllt und so die fremdartigen Gase austreibt. Endlich bringt man an die Flasche eine gekrümmte Röhre, nimmt die Flasche aus der kaltmachenden Mischung und erwärmt sie nun durch Kohle, die man rings herum ihr nähert; hiedurch nimmt nun das Chlorür seinen gasförmigen Zustand wieder an und kann jetzt über dem Quecksilber aufgefangen werden.

551 a. Cyanchlorid. (Perchlorure de cyanogène). Diese Verbindung wurde erst neuerdings von Serullas zuerst dargestellt. Im reinen Zustande ist das Cyanchlorid ganz weiß und nadelförmig krystallisirt; sein Geruch ist stechend und ruft Thränen hervor, vorzüglich wenn es erhitzt wird; mit dem Chlor hat es einige Ähnlichkeit, ganz auffallend aber riecht es nach Mäusen. Obgleich wenig löslich, hat es doch einen etwas pikanten Geschmack, der an seinen

Geruch erinnert. Sein spezifisches Gewicht ist ungefähr 1,32; der Schmelzpunkt ist 140° und der Siedepunkt 190° . Hat man es nicht destillirt und einige Zeit im verschlossenen Gefäße aufbewahrt, so entwickelt es beim Öffnen der Flasche Chlornwasserstoffsäure, was von der theilweisen Zersetzung durch etwas Wasser, welches darin vielleicht noch enthalten seyn konnte, herrührt. Im kalten Wasser ist es wenig löslich, weit mehr dagegen im warmen, worin es sich leicht zersetzt; Alkohol und Aether lösen es auf, durch Wasser kann es aber aus diesen Auflösungen wieder abgeschieden werden.

Durch fortgesetzte Zugabe des Wassers bei gewöhnlicher Temperatur, wird das Cyanchlorid allmählig zersetzt. Bei anhaltendem Kochen verschwindet dasselbe ganz, ohne Gasentbindung, wobei sich Chlornwasserstoffsäure und Cyansäure bildet. (528 a.)

Auf den thierischen Körper wirkt es als ein starkes Gift.

531 b. Um die Zusammensetzung dieser Verbindung zu bestimmen, man dieselbe: 1) mit Alkali, Salpetersäure und reinem Silber, um den Chlorgehalt zu finden und 2) mit einem Gemenge aus Kupferoxyd und Kupferdrehspänen in der Hitze, Behufs der Cyanbestimmung. Die Produkte sind dann Chlorsilber, Kohlensäure und Stickstoff, woraus sich ergibt, daß das Cyanchlorid besteht aus

| | | | | |
|-------------------|---|--------|------|--------|
| 2 At. Chlor | = | 442,64 | oder | 72,98 |
| 1 At. Cyan | = | 163,85 | | 27,02 |
| 1 At. Cyanchlorid | = | 606,49 | | 100,00 |

531 c. Man bereitet das Cyanchlorid, indem man in eine mit trockenem Chlor gefüllte Flasche reine nach Gay Lussac dargestellte Cyanwasserstoffsäure gießt. Man muß hierbei die Vorsicht gebrauchen, die Flaschen in Leinen einzuhüllen, weil dieselben zu weilen beim Verschließen mit Explosion zerspringen. Auf 1 Liter Chlorgas rechnet man 0,82 Gramm wasserfreie Blausäure. Am besten gelingt das Experiment, wenn man auf eine Flasche, welche einen reichlichen Liter enthält, 1 Gramm Cyanwasserstoffsäure nimmt.

Sobald Chlor und Blausäure mit einander in Berührung sind, so wird die wohl verkorkte Flasche dem Lichte ausgesetzt; die Blausäure verwandelt sich in Gas, die Chlorfarbe verschwindet allmählig und nach einigen Stunden bemerkt man an den Gefäßwänden eine wasserhelle Flüssigkeit, die nach und nach dicker wird und endlich als weiße mit glänzenden Krystallen gemengte Substanz erscheint.

Vielleicht bildet sich Chloreyan von dreierlei Aggregatformen, da aber das Cyanchlorid das am wenigsten flüchtige ist, so können die übrigen durch Destillation davon getrennt werden.

Nach Verlauf von 24 Stunden hat sich der größte Theil des Cyanchlorids erzeugt; besser ist es jedoch, das Gefäß noch einige Tage stehen zu lassen, damit die Einwirkung möglichst vollkommen Statt finde. Man öffnet dann die Flasche und verjagt die gasförmige Salzsäure mittelst eines Blasebalgs daraus; hierauf bringt man etwas Wasser nebst vielen Glasstücken hinein und sonbert durch Schütteln die an den Wänden adhärende Masse ab, welche dann in eine Schale gegossen wird, um die Glasfragmente davon zu entfernen. Die erhaltene Substanz wird nun auf einem Filter so lange mit Wasser ausgefüßt, bis sie aufhört das Lakmuspapier zu röthen und das salpetersaure Silber zu fällen. Die Waschwasser werden bei Seite gestellt, weil man sie wieder anwenden kann. Die ausgewaschene Substanz muß zwischen Filtrirpapier erwärmt und so lange gepreßt werden, bis sie vollkommen trocken und in ein weißes Pulver verwandelt worden ist. Man bringt sie hierauf in eine kleine Retorte und erhitzt bis sie schmilzt und ins Kochen gerath; es destillirt dann eine farblose Flüssigkeit über, welche im Retortenhalse oder in der kalt gewordenen Vorlage krystallisirt. Um diese Verbindung rein zu erhalten, destillirt man zum zweiten Mal. Enthalten die angewendeten Stoffe Wasser, so erhält man statt Salzsäure und Cyanchlorid, salzsaures und blausaures Ammoniak und Kohlensäure. Auch muß man vermeiden im Verhältniß zum Chlor einen Ueberschuß von Blausäure anzuwenden.

Bromcyan.

(Bromure de cyanogène.)

532. Das Bromcyan, von Serullas entdeckt, ist fest, sehr flüchtig (denn schon bei 15° C verdampft es), krystallisirt in Würfeln oder langen Nadeln. Es ist farblos und durchsichtig, hat einen stechenden durchdringenden Geruch und verursacht ein starkes Übelbefinden; im Wasser und Alkohol ist es auflöslich. Dieser Körper ist sehr giftig, indem schon ein Tropfen zur Tödtung eines Kaninchens hinreicht. Eine concentrirte Kalilauge verwandelt denselben in Bromkalium und cyanichtsaures Kali.

Man erhält das Bromcyan, wenn man Brom mit gepulvertem Cyanquecksilber zusammen bringt. Die Einwirkung findet auf der Stelle unter Wärmeentbindung Statt. Um hierbei nichts zu verlieren, bringt man einen Theil des Broms in ein ganz kleines vor der Lampe geblasenes Glasröbchen, setzt dieses in eine verkorkte Glasröhre, legt Glasstücke darauf und dann 2 Theile Cyanquecksilber. Das andere Ende der Röhre wird nun gebogen und in eine Flasche getaucht, die man durch eine Mischung von Eis und Kochsalz erkaltet hat; hierauf erwärmt man das Röbchen gelinde, um das Brom über das Cyanquecksilber zu treiben und hiermit ist der Versuch beendet. Das Bromcyan verdichtet sich gänzlich in der erkalteten Flasche. Die Produkte bei dieser Operation sind Bromquecksilber und Bromcyan.

Jodcyan.

(Jodure de cyanogène.)

533. Auch dieser Körper ist von Serullas entdeckt worden. Derselbe ist fest, flüchtig, krystallisirt in langen farblosen durchsichtigen Nadeln. Durch zu schnelle Verdichtung setzt sich der Dampf in schneeförmigen Flecken an; sein Geruch ist sehr stechend; er reizt die Augen stark, schmeckt ätzend, ist aber demungeachtet nicht sehr giftig. Erhitzt man das Jodcyan an der Luft bis zur Rothgluth, so verwandelt es sich in Jod, Stickstoff und Kohlensäure. Es löst sich in Wasser und

noch besser in Alkohol auf. Seine Auflösungen sind weder sauer noch alkalisch; durch flüssiges concentrirtes Kali wird es zerlegt; es bildet sich dann Jodkalium und cyanidsaures Kali.

Die Salpetersäure wirkt nicht auf dasselbe ein; die concentrirte Schwefelsäure verändert es nach und nach, wird rosenfarbig und präcipitirt Jod. Die Chlormwasserstoffsäure verwandelt diese Verbindung in Jod und in Cyanwasserstoffsäure. Mit Wasser verdünnte Schwefelsäure bringt schnell diese Veränderung hervor. Trocknes Chlor äußert gar keine Wirkung auf das Jodcyan.

Es besteht aus

| | | | |
|---------------|----------|----------|--------|
| 1 At. Jod | = 783,35 | oder aus | 82,71 |
| 1 At. Cyan | = 163,85 | | 17,29 |
| 1 At. Jodcyan | = 947,20 | | 100,00 |

Man bereitet das Jodcyan indem man 2 Theile Cyanquecksilber und 1 Theil Jod, beide etwas angefeuchtet, mit einander mengt. Das Gemenge wird in eine Retorte gethan und nachdem man den Hals derselben in den einer grossen Glocke gebracht hat, deren Öffnung mit einem Blatt Papier bedeckt ist, erhitzt man langsam. Das Jodcyan setzt sich in der Glocke in Form schneecartiger rother und rosenfarbener Flocken ab. Die Färbung ruht von geringen Antheilen von Jodquecksilber her, welche man leicht durch neue Sublimation absondern kann, die man im Marienbad oder auch wohl, um schneller zu operiren, in einem Schwefelsäurebad vornimmt.

Die Produkte dieser Reaction sind Doppel-Jodquecksilber und Jodcyan.

Schwefelcyan.

(Sulfure de cyanogène.)

534. Kennt man ein Schwefelcyan? Dieß ist eine Frage, welche nähere Untersuchung verdient, indem mehrere Körper geeignet zu seyn scheinen, diese interessante Verbindung herzustellen. Das Cyan und das Schwefelwasserstoffgas verbinden sich mit einander, allein es kann daraus kein Schwefelcyan hervorgehen (521).

Geruch erinnert. Sein spezifisches Gewicht ist ungefähr 1,32; der Schmelzpunkt ist 140° und der Siedepunkt 190° . Hat man es nicht destillirt und einige Zeit im verschlossenen Gefäße aufbewahrt, so entwickelt es beim Öffnen der Flasche Chlornasserstoffsäure, was von der theilweisen Zersetzung durch etwas Wasser, welches darin vielleicht noch enthalten seyn konnte, herrührt. Im kalten Wasser ist es wenig löslich, weit mehr dagegen im warmen, worin es sich leicht zersetzt; Alkohol und Aether lösen es auf, durch Wasser kann es aber aus diesen Auflösungen wieder abgeschieden werden.

Durch fortgesetzte Einwirkung des Wassers bei gewöhnlicher Temperatur, wird das Cyanchlorid allmählig zersetzt. Bei anhaltendem Kochen verschwindet dasselbe ganz, ohne Gasentbindung, wobei sich Chlornasserstoffsäure und Cyansäure bildet. (528 o.)

Auf den thierischen Organismus wirkt es als ein starkes Gift.

531 b. Um die quantitative Zusammensetzung dieser Verbindung zu bestimmen, behandelt man dieselbe: 1) mit Alkali, Salpetersäure und salpetersaurem Silber, um den Chlorgehalt zu finden und 2) mit einem Gemenge aus Kupferoxyd und Kupferdrehspänen in der Hitze, Verhufs der Cyanbestimmung. Die Produkte sind dann Chlorsilber, Kohlensäure und Stickstoff, woraus sich ergibt, daß das Cyanchlorid besteht aus

| | | | | |
|-------------------|---|--------|------|--------|
| 2 At. Chlor | = | 442,64 | oder | 72,98 |
| 1 At. Cyan | = | 163,85 | | 27,02 |
| 1 At. Cyanchlorid | = | 606,49 | | 100,00 |

531 c. Man bereitet das Cyanchlorid, indem man in eine mit trockenem Chlor gefüllte Flasche reine nach Gay-Lussac dargestellte Cyanwasserstoffsäure gießt. Man muß hierbei die Vorsicht gebrauchen, die Flaschen in Leinen einzuhüllen, weil dieselben zu weilen beim Verschließen mit Explosion zerspringen. Auf 1 Liter Chlorgas rechnet man 0,32 Gramm wasserfreie Blausäure. Am besten gelingt das Experiment, wenn man auf eine Flasche, welche einen reichlichen Liter enthält, 1 Gramm Cyanwasserstoffsäure nimmt.

Sobald Chlor und Blausäure mit einander in Berührung sind, so wird die wohl verkorkte Glasche dem Lichte ausgesetzt; die Blausäure verwandelt sich in Gas, die Chlorsäure verschwindet allmählig und nach einigen Stunden bemerkt man an den Gefäßwänden eine wasserhelle Flüssigkeit, die nach und nach dicker wird und endlich als weiße mit glänzenden Krystallen gemengte Substanz erscheint.

Vielleicht bildet sich Chloryan von dreierlei Aggregatformen, da aber das Cyanchlorid das am wenigsten flüchtige ist, so können die übrigen durch Destillation davon getrennt werden.

Nach Verlauf von 24 Stunden hat sich der größte Theil des Cyanchlorids erzeugt; besser ist es jedoch, das Gefäß noch einige Tage stehen zu lassen, damit die Einwirkung möglichst vollkommen Statt finde. Man öffnet dann die Glasche und verjagt die gasförmige Salzsäure mittelst eines Blasebalgs daraus; hierauf bringt man etwas Wasser nebst vielen Glasstücken hinein und sondert durch Schütteln die an den Wänden adhärende Masse ab, welche dann in eine Schale gegossen wird, um die Glasfragmente davon zu entfernen. Die erhaltene Substanz wird nun auf einem Filter so lange mit Wasser ausgesuht, bis sie aufhört das Lakmuspapier zu röthen und das salpetersaure Silber zu fällen. Die Waschwasser werden bei Seite gestellt, weil man sie wieder anwenden kann. Die ausgewaschene Substanz muß zwischen Filtrirpapier erwärmt und so lange gepreßt werden, bis sie vollkommen trocken und in ein weißes Pulver verwandelt worden ist. Man bringt sie hierauf in eine kleine Retorte und erhitzt bis sie schmilzt und ins Kochen gerath; es destillirt dann eine farblose Flüssigkeit über, welche im Retortenhalse oder in der kalt gewordenen Vorlage krystallisirt. Um diese Verbindung rein zu erhalten, destillirt man zum zweiten Mal. Enthalten die angewendeten Stoffe Wasser, so erhält man statt Salzsäure und Cyanchlorid, salzsaures und blausaures Ammoniak und Kohlensäure. Auch muß man vermeiden im Verhältniß zum Chlor einen Ueberschuß von Blausäure anzuwenden.

Z w e i t e s B u c h.

537. **U**nter den Künsten, welche zur Entwicklung der menschlichen Gesellschaft beigetragen haben, verdient die Kunst Feuer zu erzeugen und dessen Wirkungen unsern Bedürfnissen angemessen anzuwenden, ohne Zweifel den ersten Rang. Mit Hülfe derselben ist es dem Menschen möglich, in den für seine Constitution zu kalten Climates zu wohnen und der strengsten Kälte Trost zu bieten; durch dieselbe können wir uns eine Menge kräftiger und bequemer Werkzeuge erzeugen, mit die sich uns darbietenden Gegenstände nach Gefallen zu formen. Mit den hierzu nothigen Urstoffen wird ein bedeutender Handel getrieben, und da deren Wiedererzeugung beschränkt ist, so ist jede Ersparniß, die man beim Verbrauch derselben einführt, ein Beitrag zum Wohlbefinden der Menschheit.

Man kann die Temperatur eines Körpers auf mancherlei Weise erhöhen. Setzen wir jedoch die wärmende Kraft der Sonnenstrahlen so wie die Wärme, welche sich bei der Vereinigung ungleichnamiger Elektricitäten entwickelt, bei Seite, so stehen uns nur Methoden, welche sich auf die chemische Vereinigung der Körper unter sich gründen, zu Gebote.

Die Temperatur wird jedesmal, wenn sich zwei Körper mit einander verbinden, mehr oder weniger erhöht. Für den meisten Fall finden wir uns aber ökonomischer Rücksichten wegen, sehr beschränkt. Viele Körper geben im Augenblick ihrer chemischen Vereinigung große Mengen Wärme, allein man kann sich solcher, die bei ihrer Entzündung der Gesundheit nachtheilige Verbindungen bilden, und derjenigen die zu viel kosten oder zu complicirte Apparate erfordern, nicht bedienen. Sonach eignet sich allein der Kohlenstoff und Wasserstoff als Brennmaterial und der in der Luft verbreitete

Zur Erzeugung der Wärme wendet man Kohle, Holz, Torf und Steinkohlen an. Bei der reinen Verbrennung giebt die Kohle Kohlensäure, der genannten Körper aber Kohlensäure und Wasser. Die vollkommene Verbrennung ist jedoch sehr schwer zu stellen, daher die bedeutenden Wärmeverluste. Wenn übrigens die Verbrennung vollkommen, so muß man beachten, die Wärme einzig auf den Gegenstand, der der Einwirkung ausgesetzt hat, zu richten, außer nochmalen Wärmeverlust.

Wir haben nun die verschiedenen Brennstoffe in Rücksicht auf ihre Entstehung und ihre chemischen Eigenschaften zu untersuchen. Wir müssen ferner die verschiedenen Apparate und die Einrichtungen, welche angewandt sind, die vollkommene Verbindung der Kohle mit dem Sauerstoff der Luft zu bewirken, so wie auch die zweckmäßigsten Vorrichtungen kennen, mittelst welcher man entwickelte Wärme auf den zu beheizenden Körper übertragen kann.

Beleuchtung und Heizung sind so innig verbunden, daß wir erstere hier schon vollständig zu können glaubten, allein so leicht es überall alles was die Gasbeleuchtung betrifft, zu erlernen ist, so ist es doch nicht der Fall mit der Beleuchtung auf

de zurück, welche in sehr vieler Hinsicht von der Gasbereitung, welche man seit einigen Jahren ausübt, abweicht. Betrachten diese neue Methode hier, als zur Geschichte Kohlenwasserstoffe gehörig, welche im vorigen Buche beschrieben sind.

In Folge dessen wollen wir das Holz, die Kohle, den Torf und die Steinkohlen näher untersuchen, so wie die Veränderungen kennen lernen, welche diese Körper erleiden, wenn sie als Brennmaterial gebraucht werden.

Von den verschiedenen Holzarten, Anwendung als Brennmaterial.

538. Wenn wir uns mit der organischen Schäftigen werden, wollen wir das Holz in seiner Zusammensetzung, dessen Verhalten zu andern, vorzüglich zu den Säuren, Alkalien etc. näher betrachten, nur die Eigenschaften beschrieben werden, wenn wir es zum Brennen oder zum Verkohlungs zu wissen nöthig sind.

Die gewöhnlichen Brennholzer muß man aus Faserstoff bestehend betrachten, mit einem größeren Wassergehalt, der bei einer Temperatur verflüchtigt werden kann, nebst einem geringen Antheil auflöslicher Salze und einigen mineralischen, welche die Asche bilden. Oft ist das Holz auch imprägnirt. Das quantitative Verhältniß dieser Körper wechselt.

539. Die sogenannten grünen Hölzer oder welche so eben geschlagen sind, enthalten eine Quantität freies Wasser; sie verlieren es aber, wenn man sie einige Zeit der atmosphärischen Luft aussetzt. Im Allgemeinen führen grüne Holzer 40 pCt. Wasser an der Luft gelegenen kann man den Wassergehalt ihres Gewichts, je nach der Art und nach dem

so nimmt es wieder eine Portion Wasser auf, die ohn-
fähr 10 pCt. beträgt. *)

540. Das Verhältniß der Asche wechselt mit der Na-
des Holzes; es ist in derselben Holzart verschieden, je-
dem das Holz alt ist und bleibt nach den Untersuchungen
Theod. de Saussure, sich auch nicht gleich in den
tugsweise sogenannten Holztheilen und der Rinde. Nach
dem berühmten Beobachter finden sich

| | Asche |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1000 Theilen, jungen abge- | nen Ästen 4 Thle. |
| 1000 — — Rinde davon | 60 — |
| 1000 — — eines eichen | des 2 Decimeter |
| Durchmess | 2 Thle. |
| 1000 — — Rinde davon | 60 — |
| Nach Berthier, dessen | ite wir der Vollständi- |
| keit halber noch mittheilen | de chim. et de phys. |
| (2. p 248.) geben. | |

| | |
|-----------------------|-----------------|
| 100 Theile Lindenholz | 50 Thle. Asche. |
| — — Eichenholz | 25 — — |
| — — Nußbaumholz | 16 — — |
| — — wildes Eschholz | 12 — — |
| — — Birkenholz | 10 — — |
| — — Tannenholz | 8 — — |

Die Art der Aschen ist, wie wir später sehen werden,
den Holzarten verschieden. Im allgemeinen kann man
aber aus viel kohlensauren Talk oder Kalk, mit ein we-
nig phosphorsaurem Kalk, salzsauren, schwefelsauren, und
kohlensauren Kali, mit freier oder an das Kali oder Kalk
gebundener Kieselerde betrachten.

541. Was die im Wasser oder Alkohol auflösliehen
eile betrifft, so enthalten die gewöhnlichen Brennhölzer
en nur sehr wenig. Die harzi en Hölzer, wie die Fichte
und Kiefer, führen jederzeit eine im Alkohol auflöslliche Mas-

*) Das Marquis Bull (Bulletin de la Société d'Encouragement
1827. pag 80) enthalten Hölzer von geringem spezifischen Gewicht das
heinen alle Holzarten, wenn sie vorher bei 100° ge-
trocknet waren, dieselbe Menge Wasser (die
Jahreszeit ist) zu absorbiren. H. u. G.

se, ohne Zweifel in sehr abweichenden Verhältnissen, worüber uns jedoch zuverlässige Resultate fehlen, mit sich. Da übrigens die in Wasser oder Alkohol auflöselichen Störze selbst brennbar sind, mit Ausnahme der in den Aschen befindlichen Salze, so folgt aus dem Vorhergehenden, wenn das gewöhnliche Brennholz 2 bis 3 pCt. Asche und 20 bis 25 pCt. freies Wasser enthält, daß noch 78 oder 75 pCt. Holzwerk oder Brennmaterial bleiben.

342. Die Bestandtheile der Holzfaser glauben wir hier noch mittheilen zu müssen. Sie sind außerordentlich zuverlässig durch die Herren Gay-Lussac und Thénard bestimmt worden. Aus ihren Untersuchungen folgt, daß alle Holzfasern, wenn auch von verschiedenen Pflanzen, dieselben Bestandtheile enthalten. Sie haben in dieser Hinsicht sehr viele Vegetabilien untersucht, wiewohl sie nur 2 Analysen, die wir hier mittheilen, bekannt gemacht haben.

Die Analysen wurden mit bei 100° getrocknetem Holz angestellt.

| | Holzfaser
der Eiche. | Holzfaser
der Buche. | Wind. |
|--|-------------------------|-------------------------|-------|
| Kohlenstoff | 52,53 | 51,45 | 52 |
| Sauerstoff und Wasserstoff in
dem Verhältniß um Wasser
zu bilden | 47,47 | 48,55 | 48 |
| | 100,00 | 100,00 | |
| | oder auch | | |
| | Eiche | Buche | Wind |
| Kohlenstoff | 52,53 | 51,45 | 52,0 |
| Wasserstoff | 5,27 | 5,41 | 5,3 |
| Sauerstoff | 42,20 | 43,14 | 42,7 |
| | 100,00 | 100,00 | 100. |

Der faserige Theil des Holzes kann sonach angesehen werden, als eine Zusammensetzung aus 52 Theilen Kohlenstoff und 48 Wasser, oder wenigstens Sauer- und Wasserstoff in dem Verhältniß, um Wasser zu bilden. Das mit diesen Analysen im genauesten Zusammenhang stehende Resultat in Bezug auf's Heizen, wird gefunden, wenn man die obigen Data mit den Produkten der vollständigen Verbrennung des

zurück, welche in sehr vieler Hinsicht von der Gasbereitung, welche man seit einigen Jahren ausübt, abweicht. Betrachten diese neue Methode hier, als zur Geschichte Kohlenwasserstoffe gehörig, welche im vorigen Buche beschrieben sind.

In Folge dessen wollen wir das Holz, die Kohle, den Kalk und die Steinkohlen näher untersuchen, so wie die Veränderungen kennen lernen, welche diese Körper erleiden, wenn sie als Brennmaterial gebraucht werden.



Capitel I.

Von den verschiedenen Holzarten, und ihrer Anwendung als Brennmaterialien.

538. Wenn wir uns mit der organischen Chemie beschäftigen werden, wollen wir das Holz in Hinsicht auf seine Zusammensetzung, dessen Verhalten zu andern Körpern vorzüglich zu den Säuren, Alkalien etc. näher betrachten. Es sollen nur die Eigenschaften beschrieben werden, wenn wir es zum Brennen oder zum Verkohlen anzuwenden zu wissen nöthig sind.

Die gewöhnlichen Brennholzer muß man vorzüglich aus Faserstoff bestehend betrachten, mit einem geringeren oder größeren Wassergehalt, der bei einer Temperatur von 100° verflüchtigt werden kann, nebst einem geringen Theil mineralischer auflöslicher Salze und einigen mineralischen Substanzen, welche die Asche bilden. Oft ist das Holz auch mit Oel imprägnirt. Das quantitative Verhältniß dieser verschiedenen Körper wechselt.

539. Die sogenannten grünen Hölzer oder diejenigen, welche so eben geschlagen sind, enthalten eine ansehnliche Quantität freies Wasser; sie verlieren es aber größtentheils, wenn man sie einige Zeit der atmosphärischen Luft aussetzt. Im Allgemeinen führen grüne Holzer 40 pCt. Wasser, wenn sie an der Luft gelegen haben; man kann den Wassergehalt auf $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts, je nach der Art und nachdem sie atmosphärisch getrocknet sind, abschätzen. Ubrigens können sie liegen so lange als sie wollen, so enthalten sie doch eine Quantität Wasser, die den 2ten oder 5ten Theil ihres Gewichts gleich seyn wird. So führen alle Brennholzer $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts freies Wasser.

Bei einer Temperatur von 100° wird es verflüchtigt, läßt man aber das Holz nachher aufs Neue an der Luft

nach Haufen, in welchen die Scheite übereinander gestet sind, auf die Weise, daß die mehr oder weniger gemalten Scheite verschiedene Zwischenräume lassen und dann man sich dieser Methode zur Gewichtsbestimmung bedienen. Man weiß indeß, daß ein gewisses Maas um so mehr wiegt, je stärker das Holz ist und oft geht es so weit, daß eine Klafter grobes Scheitholz derselben Art, doppelt so viel als eine Klafter fein gespaltene. Daraus kann man schließen, daß die trockensten die besten und dichtesten Hölzer sind, welche weichen, leichten Hölzer aber, wenn sie dem Maas lauft, die schlechtesten Brennhölzer sind, welche sich in der der Preis des Holzes nach diesen drei Eigenschaften. Wenn man die Hölzer nach dem Gewicht, so würde man keine absolute Gleichheit bei trocknen Hölzern finden, die andern um so schlechter, je mehr sie Wasser enthielten. Wir müssen übrigens noch bemerken, daß leichte oder schwere, grobe oder gespaltene Hölzer zu allen Arten von Feuerungen nicht gleich anwendbar sind, ohnerachtet sie dieselben Bestandtheile haben.

545. Über vorliegenden Gegenstand haben wir bisher sehr unsichere Data mittheilen können, deshalb greifen wir so begieriger nach den von Berthier aufgefundenen rein praktischen Resultaten.

| Holzart, | Gewicht eines Cubikfußes. | Gewicht eines Stiers. |
|---|---------------------------|-----------------------|
| Eiche, Buche, Birke in starken Scheiten | 30 H. | 450 Kilg. |
| Lanne desgl. | 22 — | 325 — |
| Eiche und Espe zum Verkohlen | 15 — | 225 — |

Wir dürfen indeß nicht vergessen, daß diese Zahlen sich auf lufttrocknes Brennholz beziehen und daß grünes Holz ohne merkliche Veränderung des Volumens eine bedeutende Quantität Wasser verliert. Wir müssen ferner beachten, daß dieselbe Holzart, je nachdem sie alt ist und nach der Art des Bodens und Klimas, wo es gewachsen ist, verschiedenes spezifisches Gewicht hat. Doch sind auch diese Verschiedenheiten nicht so groß, als man glauben sollte. Den Beweis davon liefern die von M. Bull in Amerika erhaltenen Resultate.

Gewicht eines Kubik Meters
in Kilg.:

| | |
|-------------------------|--------|
| Eiche | 479 |
| Amerik. Esche | 451 |
| Buche | 404 |
| Birke | 299 *) |
| Kiefer | 250 |
| Pappel | 221 |

Diese Data muß man wissen, wenn man die Hölzer hinsichtlich ihres Werthes betrachten will, oder wenn man nöthig hat, ihre Wirkung bei Arbeiten im Großen mit der anderer Brennmaterialien zu vergleichen, womit wir uns beschäftigen wollen.

546. Wird das Holz als Brennmaterial angewendet, hat man mehrere Umstände zu untersuchen, die aber alle sich auf die Art des Brennens beziehen. So z. B. durch

*) Es muß eine eigenthümliche Holzart gewesen seyn, womit M. Bull gearbeitet hat; denn für dasselbe Alter und dieselbe Größe der Scheite steht sie in Frankreich der Eiche und Buche sehr nahe.

669540 metr. Centner in Frischfeuern bei Holzkohlen.

442000 — — — in Puddlingsöfen bei Steinkohlen.

93470 — — — in Kuppenheerden bei Holzkohlen.

1106010

Wäre das Puddlings Eisen = 442000 metr. Cent. auch bei Holzkohlen erzeugt worden, so würden dazu weil 1 Met. Ei. (pag. 50.) 93.3 Kubikfuß (paris.) Holz erfordert, 41,238,600 Kubikfuß Holz nöthig gewesen sein.

Auch kann man annehmen, daß in demselben Jahre 30000 metrische Centner Roheisen bei Hohe erblasen worden sind. Um dieselbe Quantität Roheisen bei Holzkohlen zu erzeugen, wurde man (Villevosse. pag. 50.) $30000 \times 80 = 2,400,000$ Kubikfuß Holz bedurft haben. Weshalb sind (sasa im Jahre 1825. bei der vergrößerten Eisenproduktion, $2400000 + 41,238,600 = 43,638,600$ Kubikfuß Holz in Frankreich erspart worden.

Das weitere über diesen Gegenstand behalten wir uns vor, in den Theile, welches die Metallurgie betrifft, mitzutheilen. M. u. E.



Capitel II.

Darstellung der Holzkohlen.

549. Das Holz, welches man zum Feinen bestimmt, muß dazu nicht jederzeit umgewandelt werden. Eine große Menge Arbeiten ist einzuwenden, welches ohne große Hitze und Rauch brennt, nur als reines Holz giebt, und in großen Erfordernissen entsprechen die Holzkohlen dem Verbrauch derselben. Wir wollen nun untersuchen, sorgfältig auseinander zu setzen, wie sie zu erhalten sind.

Wir wissen, daß lufttrockenes Holz aus 100,00 besteht:

58,48 Kohlen

35,52 gebundene Asche

1,00 Asche

25,00 freiem Wasser

100,00

zusammengesetzt ist.

Daraus folgt, daß, wenn man das Wasser vollständig aus dem Holze bringen könnte, man 58 bis 40 pCt. Kohlen, inclusive der Asche erhalten würde. Die gewöhnlichen Verkohlungsmethoden geben aber nur 15 bis 17 pCt. und die vollkommensten nicht mehr als 27 bis 28 pCt. Es bewirken so bei allen Verkohlungsmethoden unvermeidliche Ursachen einen Verlust, deren Einfluß und Natur wichtig ist kennen zu lernen.

550. Das Verfahren beim Verkohlen ist auf die Eigenschaft, welche Wasser und Sauerstoff haben, sich bei erhöhter Temperatur in Gas zu verwandeln, gegründet, während die Kohle bei jeder Temperatur unverändert bleibt. Aber reagieren aber Wasser- und Sauerstoff bei erhöhter Temperatur auf die Kohle und geben zur Entstehung von

| Holzart. | Zustand des Holzes. | Gewicht eines Cubikmeters. | Gewicht eines Cubikfußes. |
|---|--|----------------------------|---------------------------|
| Eiche aus Hochwald, in der Gegend von Moulins | Seit einem Jahre geschlagen, in gespaltenen Stücken | Rilog. 375 | 15 |
| desgl. | in groben Stücken | 515 | 34 |
| Eiche aus dem Walde von Monadier bei Moulins | Starkest Holz. Seit 3 Jahren geschlagen. Klein gespalten | 386 | 26,5 |
| desgl. | in groben Stücken | 485 | 33 |
| Eiche aus der Gegend von Savors | Seit einem Jahre geschlagen. | 525 | 56 |
| Eiche zum Verkohlen | desgl. 30 Zoll lang | 220—262 | 15—18 |
| Buche aus der Gegend von Moulins | Starkest Holz. Fein zerspalten | 400 | 50 |
| desgl. | Wurmstichig zum Theil | 575 | 26 |
| Birke aus der Gegend von Moulins | Sehr große Knüppel | 440 | 50 |
| Espe, zum Verkohlen | desgl. | 190—220 | 15—18 |
| Tanne | in groben Stücken | 300—340 | 21—24 |

Man sieht aus dieser Tabelle, daß für die gebräuchlichsten Holzarten die Gewichtsverschiedenheiten in engeren Grenzen liegen, als man mit Rücksicht auf alle bezeichneten Umstände hätte erwarten können; man kann daher für den Gebrauch folgende mittlere Zahlenwerthe annehmen:

schon in der Mitte der Retorte ist, weniger erhitzt werden kann, als das an den Wänden liegende; sonach geschieht die Zersetzung nicht überall gleichförmig, und wenn sie in einer Lage vollkommen ist, beginnt sie erst in der andern. Bei der sehr erhöhten Temperatur erhält man übrigens weder Essigsäure, weil diese Körper bei hoher Hitze nicht entstehen können oder wenn sie entstehen, sogleich zersetzt werden.

552. Je mehr man Wasserstoff und Sauerstoff als Wasser aus dem Holze abscheiden kann, je mehr erhält man Kohle. Man kann sich davon aus folgender Rechnung, die in der Kürze halber in Atomen ausdrücken, überzeugen.

Trocknes Holz giebt, in Wasser und Kohle verwandelt, 1 Atom. Kohle und 12 Atom. Wasser, oder 52,75 pCt. Kohle und 47,25 pCt. Wasser. Leitet man Wasserdämpfe über lebende Kohlen, so bildet sich Halbkohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas, vollständig trocknes Holz würde sich dann in 2 At. Kohlen, 6 At. Sumpflust und 12 At. Kohlenoxydgas verwandeln; und man erhielte sonach aus 100 Holz nur 5 Kohle. In dem Lufttrocknen Holze, mit 25 pCt. Feuchtigkeit, ist nicht einmal Kohle genug vorhanden, um den sämmtlichen Wassergehalt des Holzes in Kohlenoxydgas und Sumpflust zu wandeln, folglich würden hierbei alle Kohlen verschwinden.

Hieraus ersieht man, wie wichtig es ist, das Holz nicht gleich bis zur Rothgluthhitze zu bringen, sondern bei einer niedern Temperatur erst das Wasser abzutreiben. In der Praxis kann man natürlich diese Bedingungen nicht genau erfüllen, doch muß man sie so viel als möglich im Auge haben, um alles, was in der mit Sagspänen gefüllten Retorte geschieht, wiederholt sich bei dem Scheitholz, wenn man es in Reilern oder Öfen behandelt; die Oberfläche wird zuerst warm und im Verhältniß, als sie verkohlt, durchlaufen die andern Lagen allmählig alle Temperaturen und erzeugen auf einmal alle Produkte, welche verschiedene Temperaturen zum Destilliren geben.

553. Es sind sonach Verluste unvermeidlich, da sie aber in der Temperatur sehr verschieden seyn können, so ist es nöthig sich über diesen Gegenstand noch weiter zu belehren.

bringt die Luft weiches Holz viel leichter, es zerreißt, wenn man es erhitzt und verbrennt schneller als hartes, welches unter denselben Umständen im Innern bloß destillirt, so daß, wenn sämtliche Gase, die es enthält, sich entwickelt und als Flamme gewirkt haben, die erzeugte Kohle wenigstens 3 bis 20mal mehr, als die von weichem Holz wiegt. Die Kohle ist überdies auch kompakter und bietet der Luft weniger Oberfläche dar; deshalb verzehrt sie sich im Vergleich zu der andern nur sehr langsam. Nun ist es aber bekannt und die letzten Versuche von Peclet beweisen es auf das vollständigste, daß das Wärmestrahlungsvermögen der rothglühenden Kohle, das der Flamme bei weitem übertrifft, woraus man schließen kann, daß das Verhältniß zwischen der von Gasarten fortgeführten Wärme und der strahlenden Wärme beim Verbrennen der Hölzer sehr verschieden seyn muß. Die dichtesten und härtesten Hölzer strahlen die meiste, die weichsten Hölzer die wenigste Wärme aus. Da weichen Hölzer sollte man daher von allen Heizungen, wo es darauf ankommt, viel strahlende Wärme zu erzeugen, ausschließen und nur da, wo eine erhöhte Temperatur in einer gewissen Entfernung vom Feuerherde oder eine gleichmäßige Temperatur für feste große Massen nöthig ist, anwenden. In Glas und Porzellan u. Fabriken werden sie deshalb vorgezogen. In den Porzellanfabriken spaltet man die Scheite nochmals; einestheils, damit die Verbrennung vollkommen erfolge, dann aber auch, um den Zutritt von zu vieler Luft in den Ofen zu vermeiden. Mit hartem Holze kann man zwar dasselbe bewirken, dann muß es aber noch feiner gespalten und ganz vorzüglich getrocknet seyn. Im Gegentheil sind harte Hölzer zum Heizen der Kessel und aller ähnlicher Apparate vorzüglicher, das Ausstrahlen wirkt dann direkt auf die zu heizende Fläche und das Gleichgewicht der Temperatur stellt sich von selbst in der der Wirkung des Feuers ausgesetzten Flüssigkeit wieder her. Sie sind mit noch größerem Rechte bei der Caminfeuerung vorzuziehen, wo die strahlende Wärme eine noch größere Rolle spielt, eben so in Embenöfen, weil sie nur langsam verbrennen, weshalb man nicht nöthig hat, so oft nachzulegen und doch eine viel gleichmäßige

helt angegeben, einmal wenn die Verkohlung sehr schnell folgt, oder wenn sogleich Glühhitze bei der Destillation gegeben und dann, wenn nur eine sehr langsam bis in Glühhitze gesteigerte Temperatur angewendet wird. Der Aschengehalt wurde sorgfältig mittelst Einäscherung der Kohle in der Muffel bestimmt. *) Das Gewicht der Asche ist von dem der Kohle in folgender Tabelle abgerechnet.

*) Es ist leicht möglich, daß durch den Luftzug etwas Asche mit fortgerissen wurde. Dann sind aber auch die ~~bestimmten~~ ~~Kohlen~~ nicht ganz genau. —

| Holzarten. | Aus 100 Theilen Holz wurden er- | | |
|--|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| | Durch die schnelle Verkohlung. | | Durch die langsame Verkohlung. |
| | Kohle. | Wäße. | Kohle. |
| Junges Eichenholz . . | 16,39 | 0,15 | 25,45 |
| Altes desgl. | 15,80 | 0,11 | 25,60 |
| Junges Rothbuchenholz
(<i>fagus silvatica</i>) . . | 14,50 | 0,375 | 25,50 |
| Altes Rothbuchenholz . . | 13,75 | 0,4 | 25,75 |
| Junges Weißbuchenholz
(<i>carpinus betulus</i>) | 12,80 | 0,32 | 24,90 |
| Altes desgl. | 13,30 | 0,35 | 26,10 |
| Junges Erlenholz . . | 14,10 | 0,35 | 25,30 |
| Altes desgl. | 14,90 | 0,40 | 25,25 |
| Junges Birkenholz . . | 12,80 | 0,25 | 24,80 |
| Altes desgl. | 11,90 | 0,30 | 24,40 |
| Junges Fichtenholz
(<i>pinus picea</i>) | 14,10 | 0,15 | 25,10 |
| Altes desgl. | 13,90 | 0,15 | 24,85 |
| Junges Tannenholz
(<i>pinus abies</i>) | 16,00 | 0,225 | 27,50 |
| Altes desgl. | 15,10 | 0,25 | 24,50 |
| Junges Kiefernholz(<i>pinus sylvestris</i>) | 15,40 | 0,12 | 25,95 |
| Altes desgl. | 13,60 | 0,15 | 25,80 |
| Vindenholz | 12,90 | 0,40 | 24,20 |
| Roggenstroh | 13,10 | 0,30 | 24,30 |
| Farrenkrautstengel . . | 14,25 | 2,75 | 25,20 |
| Rohrstengel | 12,95 | 1,70 | 27,75 |
| Birkenholz, was über
100 Jahr in einer Grube
als Stempel gestanden
und sich gut erhalten
hatte | 12,15 | — | 25,10 |

Wirft man einen Blick auf diese Tabelle, so bemerkt man folgendes allgemeines Resultat:

Welches auch der Unterschied ist, der beim ersten Anblick zwischen Graspflanzen, Farrenträutern und Holzarten Statt zu finden scheint, so geben doch diese Substanzen beinahe alle gleiche Quantitäten Kohlen bei dem Destilliren. Die kleinen Unterschiede, welche man hier und da bemerkt, dürften daher kommen, weil es unmöglich ist, die Temperatur des Sandbades immer gleichmäßig zu unterhalten; und nimmt man dieses an, so muß die schnelle Verkohlung am meisten von einander abweichende Resultate geben, weil es noch schwerer ist, genau die Temperatur zu messen. Die Kohlenmenge, welche man bei der schnellen Verkohlung aus Holzmasse erhält, variiert auch wirklich von 11,9 (aus dem Birkenholz) bis 16,39 (junges Eichenholz); während bei der langsamen Verkohlung beinahe noch einmal so viel ist und nur von 24,20 (aus Lindenholz) bis 27,50 (aus altem Tannenholz) abweicht. Das ist das Maximum, was man zu erreichen oder selbst noch zu übertreffen bemüht seyn muß; denn bei den Versuchen im Kleinen ist der Einfluß der Luft, welche in die Gefäße dringt, wenn die Kohle noch schwarm ist, viel merklicher, als bei einem mit der gehörigen Sorgfalt im Großen ausgeführten Verfahren.

555. Wir wollen jetzt die Grenze des Ausbringens unter den gewöhnlichen Umständen bestimmen. Wir können es sehr leicht, wenn wir das Ausbringen bei der Destillation im Großen als Anhalt nehmen, wobei die erhaltenen Produkte ohngefähr folgende sind:

Kohle 23—30.

Saures Wasser 28—30.

Theer 7—10.

Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff }
und nicht condensirtes Wasser } 37—40.

Hierzu muß man noch das Holz, welches, um den Destillationsprozeß zu unterhalten, verbrannt werden muß = 5 Theile fügen, und es würde sich daher der Kohlengehalt in 112,5 Th. Holz, welches 25 pCt. freies Wasser enthält, 5 Theilen

| | |
|--|-------|
| in Kohlen als Rückstand | 30,00 |
| — im Zustande als Essigsäure | 0,50 |
| — — — — — Theer | 6,00 |
| — im gasförmigen Zustande | 3,50 |
| — um die Destillation zu unterhalten | 5,00 |
| Gesamelter Kohlengehalt | 45,00 |

Es ist schwer, die Quantitäten theoretisch genau zu stimmen, weil das Verdampfen des Theers und die Umwandlung des Sauerstoffs und Wasserstoffs in andere Gase den Gang der Operation stören und die Zahlen verändern, welche man bei der Annahme erhält, daß es sich allein darum handelt, nur das Wasser im Holze zu verjagen und die Kohlen rothglühend zu machen. Nach dieser Annahme wäre man nach obiger Aufgabe:

6 Kilog. Kohle nöthig haben, um 67,5 Kilog. Wasser zu verdampfen *) und

0,77 Kilog. Kohle, um 45 Kilog. Kohle in den rothglühenden Zustand oder in einer Temperatur von 500 C. zu versetzen. **) Also

6,77 Kilog. Kohlen in Summa, um 112,5 Kilog. Holz zu verkohlen.

In der Praxis verbrennt man 5 Kilog. Kohle, was man noch die in Gasgestalt entweichende rechnen muß, also in Summa 8,5 Kilog. oder nahe 9 Kilog., was ziemlich genau mit dem berechneten Resultat übereinstimmt.

Es ist daher bei keiner Verkohlungs-methode möglich aus 100 Gewichttheilen Kohlholz, mehr als 25 bis 27 p. Kohle zu erzeugen. Dieses Maximum kann übrigens durch verschiedene Methoden erhalten werden und es handelt

*) Die hier angegebene Kohlenmenge findet man, wenn man mit Veelt annimmt, daß die Kohle 7300 Wärmeeinheiten (unter Wärmeeinheit versteht man die Wärme, welche nöthig ist, 1 Kilog. Wasser um 1° C. zu erhitzen) enthält, und die des Wassers = 650 ist. Man hat sodann zu 67,5 Kilog.
$$= \frac{67,5 \cdot 650}{7300} = 6 \text{ Kilogr. Kohlen nöthig. u. u. E.}$$

**) Die Wärmecapazität der Kohle ist = 0,25; daher braucht man um 45 Kilog. rothglühend zu machen = $45 \cdot 0,25 \cdot 500 = 5625 \text{ Wärmeeinheiten} = \frac{5625}{7300} = 0,77 \text{ Kilog. Kohlen. u. u. E.}$

Es darum, für jede Lokalität die am besten passende anzuwenden.

556. Wir wollen jetzt die verschiedenen Verkohlungsverfahren näher betrachten und die Wahl wird sich dann leicht bestimmen lassen.

Das vollkommenste jedoch am seltensten im Großen angewendete Verfahren ist das, welches man in Frankreich in Holzessigfabriken befolgt. Es ist dieses eine wirkliche Destillation im Großen, welche in gußeisernen Gefäßen geschieht. Dieser Industriezweig wird in einem andern Theile dieses Werkes umständlich beschrieben werden, hier beschränken wir uns bloß auf das, was die Kohलगewinnung betrifft. In diesen Etablissements hat man zur Absicht, alle Produkte der Destillation aufzufangen und ihrer Natur gemäß benutzen, weshalb man in verschlossenen Gefäßen arbeiten muß, so daß man Kohle und flüssige Produkte jedes für sich erhält. Die Gase werden zurück unter den Kest geführt und verbrannt. Man wendet dazu wahre Destillirgefäße an.

Das Holz wird in Cylinder aus Eisenblech oder in vielfältig vernietete rechteckige Kästen aus demselben Material gebracht. Diese Kästen oder Cylinder sind oben mit einer Röhre versehen, welche die beim Destilliren gewonnenen Produkte ins Abkühlgefäß führen.

Hierbei ist noch zu bemerken, daß die Blechretorten zum Herausnehmen eingerichtet sind. Das Füllen der Retorte geschieht nämlich jederzeit, ehe sie in den Ofen eingelegt wird und ist das Destilliren des eingesetzten Holzes beendet, werden die Retorten herausgenommen und die frisch erhaltenen eingelegt. Auf solche Weise geht das Destilliren ununterbrochen fort und die Kohle ist beim Abkühlen gegen den Zutritt vollkommen gesichert.

In 8 Stunden verkohlt man in diesen Apparaten 5 Eimer Holz. 100 Theile, ein Jahr an der Luft getrocknetes Holz geben 28 bis 30 pCt. vorzügliche Kohlen und als Feuerholz verbraucht man hierbei in den Ofen 12,5 Theile Holz.

557. Wir gehen jetzt zur Beschreibung des Verfahrens über, was man gewöhnlich in den Forsten anwendet, und

werden dann sehr bald über den Werth der vorigen Methode im Vergleich zu dieser urtheilen können.

Der Köhler beginnt damit, sich einen freisrunden Platz von erforderlicher Größe zu ebnen und zieht jederzeit eine gebrauchte, mithin weniger feuchte Stätte vor. *) In der Mitte der Stätte, setzt er ein viereckig gespaltenes Eichen (Quandelpfahl) vertikal (Fig. 1, Tafel 14.) und darauf 4 Scheite, in Form eines rechtwinklichten Kreuzes (Fig. 2 Tafel 14), richtet nun 4 Scheite, in jedem Winkel des Kreuzes eins, ein wenig gegen das Mittellste oder den Quandelpfahl geneigt und macht sodann den Boden. Derselbe kann als Rost angesehen werden, indem er die zum Verbrennen nöthige Luft hereinbringt. Er wird gemacht, indem man den Quandelpfahl als Mittelpunkt betrachtet und von da aus die runden Scheite in der Richtung des Radius dicht und horizontal neben einander legt (Fig. 3). Die Räume zwischen den Scheiten füllt man mit klarem Holz aus und damit der Boden hinlängliche Festigkeit erhält und sich die Scheite nicht verschieben, so schlägt man außen rings um den Keiler herum, von Fuß zu Fuß, Pflöcke in die Erde. Auf den Boden (Rost) bringt man die Scheite; die Stellung derselben ist übrigens von großer Wichtigkeit. Die Versuche in Schweden haben gelehrt, daß, wenn man sie horizontal legt, man mehr Kohlen erhält, als wenn man sie schrag stellt; aber im ersten Fall bleiben mehr Brande. Die allgemein gebrauchte Methode, sie aufrecht mit ein wenig Neigung nach dem Quandelpfahl zu stellen, so daß ein abgestumpfter Keil gebildet wird (Fig. 4), dessen Basis die Bodenfläche ist, wird daher immer noch beibehalten. Man fährt so lange fort mit Aufschichten, bis man nur mit Mühe die Mitte des Hofens erreichen kann. Sodann wird auf den ersten Pfahl ein

*) Im Allgemeinen ist es nicht rathsam, eine Kohlblatte mehr als 3 Höven einmal zu benutzen. Wo man genöthigt ist, dieselbe noch öfter zu gebrauchen, muß man sie sehr sorgfältig auswaschen; d. h. mit frischem Bodenbeschutten — Eine natürliche Stätte erfüllt alle Bedingungen, welche man an ihr fordern kann, wenn sie nicht zu locker ist, dabei die vollkommenste Erdfestigkeit gewahrt, die sich niederschlagenden Dampfen einzieht, und Luft von unten bewirkt. H. u. E.

iter gestellt, welchen man ebenfalls wieder mit mehreren andern Scheiten umgiebt, wie den untern, so daß die Seitenflächen des abgestumpften Kegels in derselben Richtung verlaufen, wodurch, wenn der zweite Pfahl so hoch wie der erste war, der Meiler noch einmal so hoch wird.

Ist die zweite Schicht angelegt, so wird zuvor die erste beendet und dann die zweite. Der zweischichtige Meiler ist fertig, sobald er 15 Fuß Durchmesser an der Basis und Scheitlängen zur Höhe hat.

Oft setzt man auch bloß einschichtige Meiler, am öftern aber zweischichtige, wie wir so eben angezeigt haben, an. Es ist wohl verstanden, daß man jederzeit ein richtiges Verhältniß zwischen der Breite und Höhe beobachtet. In Schweden und andern Ländern hat man selbst vier und sechschichtige Meiler *), in diesen Fällen ist es vortheilhaft, die obere Schicht horizontal zu legen, um dadurch die andern in ihrer Stellung zu erhalten **).

Ist der Meiler fertig, so gleicht man ihn mit kleinem Holz aus und deckt dann mit Gras und Erde. Am Fuße des Meilers werden einige Öffnungen gelassen, damit die Luft eindringen kann. Sehr oft wendet man auch Rasen an die Decke an und macht sie 4 bis 6 Zoll stark. Nach der Fertigstellung muß sie fest angeschlagen werden und zwar um so mehr, wenn der Meiler sehr hoch ist, damit sie durch den Wind, der dorthin am stärksten wirkt, nicht losgerissen wird ***).

*) Vorzüglich in Ungarn und Oberitalien sind große Meiler gebräuchlich. Wo es die Umstände gestatten, sollte man immer auf große Meiler hinarbeiten. Zu Görsdorf, wo man für gewöhnlich in einem Meiler 90 Alstr., zu 144 Dresdner Cubikfuß = 105,8 rheinl. Cubikfuß einsetzt, wurden auf Veranlassung des Königl. Sächs. Oberbergamts zu Freyberg, Versuche mit Meilern von 213 Alstr. zu 144 Cubikfuß Dresdner. Inhalt angestellt, woben man 2 pr. Ct. mehr als gewöhnlich ausbrachte. Die Versuche werden fortgesetzt. S. Kalender für den Sächs. Berg- und Hüttenmann. S. 146. N. u. E.

*) Diese Lage wird auch die *Haube* des Meilers genannt.

**) Es ist das hier beschriebene Verfahren, die sogenannte *Roßkölheren*, welche, so wie die möglichst steile Stellung der Scheite in den Meilern, sehr zu empfehlen ist. — In den Fällen, wo man nicht Rasen in hinlänglicher Menge findet, wendet man auch Reisig mehrmals übereinander und ineinander gesteckt mit Moos oder Heidekraut vermischt, als Decke an. Ist die Reisigdecke so dick (2 bis 3 Linien) daß sie sich beim Betreten elastisch zeigt, so wird

gleich, wiegt dann 41 bis 44 pCt. von der Holzmenge, abgesehen von der Feuchtigkeit. artige Substanz ist es, welche von Rumford d. gebälke oder Skelett der Pflanze genannt und v behauptet hat, daß sie reine Kohle sey. Karst sie jedoch, seinen eigenen Untersuchungen zu K unvollkommen zersetzte Holzfaser, welche noch und keineswegs als reine Kohle.

Die Produkte dieser langsamen Zersetzung her von denen durch schnell verstärkte Hitze besezung ungemein ab. Weißbuchenholz, welches len Verfehlen die gewöhnlichen Produkte der H giebt und dabei 13,3 pCt. Kohle hinterläßt, einer langsamen Temperaturerhöhung vielmehr lenwasserstoffgas und kohlensaures Gas und h pCt., also fast noch einmal so viel Kohle.

554. Die Menge der Kohlen, welche m Destillation aus der Holzfaser darstellen kann, f fern Holzarten nicht so abweichend zu seyn, wie giebt, dessen Resultate gewiß bei sehr abweich raturen erhalten worden sind. Man muß diese nach den Karstenschen Untersuchungen von 2 nen Holzarten, wovon wir die Resultate in folge mittheilen, vermuthen.

Karst en wandte bei diesen Versuchen das tande von Hobelspanen an, welche mehrere 2

Es ist angegeben, einmal wenn die Verkohlung sehr schnell erfolgt, oder wenn sogleich Glühhitze bei der Destillation gesehen und dann, wenn nur eine sehr langsam bis im Glühhitze gesteigerte Temperatur angewendet wird. Der Aschengehalt wurde sorgfältig mittelst Einäscherung der Kohle in der Muffel bestimmt. *) Das Gewicht der Asche ist von dem der Kohle in folgender Tabelle abgerechnet.

*) Es ist leicht möglich, daß durch den Luftzug etwas Asche mit fortgerissen wurde. Dazu sind aber auch die ~~Aschen~~ ~~gewichte~~ nicht ganz genau. —

| Aschengehalt der Kohlen | |
|-------------------------|----------|
| in Prozenten | |
| Kohle | Asche |
| 1. 100 | 1. 100 |
| 2. 100 | 2. 100 |
| 3. 100 | 3. 100 |
| 4. 100 | 4. 100 |
| 5. 100 | 5. 100 |
| 6. 100 | 6. 100 |
| 7. 100 | 7. 100 |
| 8. 100 | 8. 100 |
| 9. 100 | 9. 100 |
| 10. 100 | 10. 100 |
| 11. 100 | 11. 100 |
| 12. 100 | 12. 100 |
| 13. 100 | 13. 100 |
| 14. 100 | 14. 100 |
| 15. 100 | 15. 100 |
| 16. 100 | 16. 100 |
| 17. 100 | 17. 100 |
| 18. 100 | 18. 100 |
| 19. 100 | 19. 100 |
| 20. 100 | 20. 100 |
| 21. 100 | 21. 100 |
| 22. 100 | 22. 100 |
| 23. 100 | 23. 100 |
| 24. 100 | 24. 100 |
| 25. 100 | 25. 100 |
| 26. 100 | 26. 100 |
| 27. 100 | 27. 100 |
| 28. 100 | 28. 100 |
| 29. 100 | 29. 100 |
| 30. 100 | 30. 100 |
| 31. 100 | 31. 100 |
| 32. 100 | 32. 100 |
| 33. 100 | 33. 100 |
| 34. 100 | 34. 100 |
| 35. 100 | 35. 100 |
| 36. 100 | 36. 100 |
| 37. 100 | 37. 100 |
| 38. 100 | 38. 100 |
| 39. 100 | 39. 100 |
| 40. 100 | 40. 100 |
| 41. 100 | 41. 100 |
| 42. 100 | 42. 100 |
| 43. 100 | 43. 100 |
| 44. 100 | 44. 100 |
| 45. 100 | 45. 100 |
| 46. 100 | 46. 100 |
| 47. 100 | 47. 100 |
| 48. 100 | 48. 100 |
| 49. 100 | 49. 100 |
| 50. 100 | 50. 100 |
| 51. 100 | 51. 100 |
| 52. 100 | 52. 100 |
| 53. 100 | 53. 100 |
| 54. 100 | 54. 100 |
| 55. 100 | 55. 100 |
| 56. 100 | 56. 100 |
| 57. 100 | 57. 100 |
| 58. 100 | 58. 100 |
| 59. 100 | 59. 100 |
| 60. 100 | 60. 100 |
| 61. 100 | 61. 100 |
| 62. 100 | 62. 100 |
| 63. 100 | 63. 100 |
| 64. 100 | 64. 100 |
| 65. 100 | 65. 100 |
| 66. 100 | 66. 100 |
| 67. 100 | 67. 100 |
| 68. 100 | 68. 100 |
| 69. 100 | 69. 100 |
| 70. 100 | 70. 100 |
| 71. 100 | 71. 100 |
| 72. 100 | 72. 100 |
| 73. 100 | 73. 100 |
| 74. 100 | 74. 100 |
| 75. 100 | 75. 100 |
| 76. 100 | 76. 100 |
| 77. 100 | 77. 100 |
| 78. 100 | 78. 100 |
| 79. 100 | 79. 100 |
| 80. 100 | 80. 100 |
| 81. 100 | 81. 100 |
| 82. 100 | 82. 100 |
| 83. 100 | 83. 100 |
| 84. 100 | 84. 100 |
| 85. 100 | 85. 100 |
| 86. 100 | 86. 100 |
| 87. 100 | 87. 100 |
| 88. 100 | 88. 100 |
| 89. 100 | 89. 100 |
| 90. 100 | 90. 100 |
| 91. 100 | 91. 100 |
| 92. 100 | 92. 100 |
| 93. 100 | 93. 100 |
| 94. 100 | 94. 100 |
| 95. 100 | 95. 100 |
| 96. 100 | 96. 100 |
| 97. 100 | 97. 100 |
| 98. 100 | 98. 100 |
| 99. 100 | 99. 100 |
| 100. 100 | 100. 100 |

| Holzarten. | Aus 100 Theilen Holz wurden erha | | |
|---------------------------------|----------------------------------|-------|----------------------------|
| | Durch die schnelle Verkohlung. | | Durch die lang Verkohlung. |
| Junges Eichenholz . . | Rohle. | Widr. | Rohle. |
| Altes desgl. | 16,39 | 0,15 | 25,45 |
| Junges Rothbuchenholz | 15,80 | 0,11 | 25,60 |
| (<i>fagus silvatica</i>) . . | 14,50 | 0,375 | 25,50 |
| Altes Rothbuchenholz | 13,75 | 0,4 | 25,75 |
| Junges Weißbuchen- | | | |
| holz (<i>carpinus betu-</i> | | | |
| lus) | 12,80 | 0,32 | 24,90 |
| Altes desgl. | 13,30 | 0,35 | 26,10 |
| Junges Erlenholz . . | 14,10 | 0,35 | 25,30 |
| Altes desgl. | 14,90 | 0,40 | 25,25 |
| Junges Birkenholz . . | 12,80 | 0,25 | 24,80 |
| Altes desgl. | 11,90 | 0,30 | 24,40 |
| Junges Fichtenholz | | | |
| (<i>pinus picea</i>) | 14,10 | 0,15 | 25,10 |
| Altes desgl. | 13,90 | 0,15 | 24,85 |
| Junges Tannenholz | | | |
| (<i>pinus abies</i>) | 16,00 | 0,225 | 27,50 |
| Altes desgl. | 15,10 | 0,25 | 24,50 |
| Junges Kiefernholz(<i>pi-</i> | | | |
| nus <i>sylvestris</i>) | 15,40 | 0,12 | 25,95 |
| Altes desgl. | 13,60 | 0,15 | 25,80 |
| Lindenholz | 12,90 | 0,40 | 24,20 |
| Roggenstroh | 13,10 | 0,30 | 24,50 |
| Farrenkrautstengel . . | 14,25 | 2,75 | 25,20 |
| Rohrstengel | 12,95 | 1,70 | 27,75 |
| Birkenholz, was über | | | |
| 100 Jahr in einer Grube | | | |
| als Stempel gestanden | | | |
| und sich gut erhalten | | | |
| hatte | 12,15 | — | 25,10 |

Wirft man einen Blick auf diese Tabelle, so bemerkt man folgendes allgemeines Resultat:

Welches auch der Unterschied ist, der beim ersten Anblick zwischen Graspflanzen, Farrenkrautern und Holzarten Statt zu finden scheint, so geben doch diese Substanzen beinahe alle gleiche Quantitäten Kohlen bei dem Destilliren. Die kleinen Unterschiede, welche man hier und da bemerkt, rühren daher kommen, weil es unmöglich ist, die Temperatur des Sandbades immer gleichmäßig zu unterhalten; und nimmt man dieses an, so muß die schnelle Verkohlung, am ehesten von einander abweichende Resultate geben, weil es noch schwerer ist, genau die Temperatur zu messen. Die Kohlenmenge, welche man bei der schnellen Verkohlung aus 10 Holzmaße erhält, variiert auch wirklich von 11,9 (aus dem Birkenholz) bis 16,39 (junges Eichenholz); während bei der langsamen Verkohlung beinahe noch einmal so groß ist und nur von 24,20 (aus Lindenholz) bis 27,50 (aus altem Tannenholz) abweicht. Das ist das Maximum, was man zu erreichen oder selbst noch zu übertreffen bemüht seyn muß; denn bei den Versuchen im Kleinen ist der Einfluß der Luft, welche in die Gefäße dringt, wenn die Kohle noch schwarm ist, viel merklicher, als bei einem mit der gehörigen Sorgfalt im Großen ausgeführten Verfahren.

555. Wir wollen jetzt die Grenze des Ausbringens unter den gewöhnlichen Umständen bestimmen. Wir können es sehr leicht, wenn wir das Ausbringen bei der Destillation im Großen als Anhalt nehmen, wobei die erhaltenen Produkte ohngefahr folgende sind:

Kohle 28—30.

Saures Wasser 28—30.

Theer 7—10.

Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff }
und nicht condensirtes Wasser } 37—40.

Hierzu muß man noch das Holz, welches, um den Destillationsprozeß zu unterhalten, verbrannt werden muß = 5 Theile fügen, und es würde sich daher der Kohlengehalt zu 112,5 Th. Holz, welches 25 pCt. freies Wasser enthält, theilen

werden dann sehr bald über den Werth der vorigen Methode im Vergleich zu dieser urtheilen können.

Der Köhler beginnt damit, sich einen freisunden Platz von erforderlicher Größe zu ebnen und zieht jederzeit eine gebrauchte, mithin weniger feuchte Stätte vor. *) In der Mitte der Stätte setzt er ein vieredig gespaltenes Scheit (Quandelpfahl) vertikal (Fig. 1, Tafel 14.) und darauf 2 Scheite, in Form eines rechtwinklichten Kreuzes (Fig. 2, Tafel 14), richtet nun 4 Scheite, in jedem Winkel des Kreuzes eins, ein wenig gegen das Mittelscheit oder den Quandelpfahl geneigt und macht sodann den Boden. Derselbe kann als Rost angesehen werden, indem er die zum Verbrennen nöthige Luft hereinbringt. Er wird gemacht, indem man den Quandelpfahl als Mittelpunkt betrachtet und von da aus die runden Scheite in der Richtung des Radius dicht und horizontal neben einander legt (Fig. 3). Die Räume neben den Scheiten füllt man mit klarem Holz aus und damit der Boden hinlängliche Festigkeit erhält und sich die Scheite nicht verschieben, so schlägt man außen rings um den Keiler herum, von Fuß zu Fuß, Pföcke in die Erde. Auf den Boden (Rost) bringt man die Scheite; die Stellung derselben ist übrigens von großer Wichtigkeit. Die Versuche in Schweden haben gelehrt, daß, wenn man sie horizontal legt, man mehr Kohlen erhält, als wenn man sie schräg stellt; aber im ersten Fall bleiben mehr Brande. Die allgemein gebrauchte Methode, sie aufrecht mit ein wenig Neigung nach dem Quandelpfahl zu stellen, so daß ein abgestumpfter Keil gebildet wird (Fig. 4), dessen Basis die Bodenfläche ist, wird daher immer noch beibehalten. Man fährt so lange fort mit Aufschichten, bis man nur mit Mühe die Mitte des Haufens erreichen kann. Sodann wird auf den ersten Pfahl ein

*) Im Allgemeinen ist es nicht rathsam, eine Kohlstätte mehr als 3 Wochen 1 mal zu benutzen. Wo man genöthigt ist, dieselbe noch öfter zu gebrauchen, muß man sie sehr sorgfältig auszureichen; d. h. mit frischem Boden beschütten — Eine natürliche Stätte erfüllt alle Bedingungen, welche man ihr fordern kann, wenn sie nicht zu locker ist, dabei die vollkommenste Zerkleinerung gewährt, die sich niederschlagenden Dämpfen einzieht, und Luft von unten bewirkt. H. A. C.

iter gestellt, welchen man ebenfalls wieder mit mehreren andern Scheiten umgiebt, wie den untern, so daß die Seitenflächen des abgestumpften Kegels in derselben Richtung verlaufen, wodurch, wenn der zweite Pfahl so hoch wie der erste war, der Meiler noch einmal so hoch wird.

Ist die zweite Schicht angelegt, so wird zuvor die erste abgedrückt und dann die zweite. Der zweischichtige Meiler ist fertig, sobald er 15 Fuß Durchmesser an der Basis und Scheitlängen zur Höhe hat.

Oft setzt man auch bloß einschichtige Meiler, am öftern aber zweischichtige, wie wir so eben angezeigt haben, an. Man hat verstanden, daß man jederzeit ein richtiges Verhältniß zwischen der Breite und Höhe beobachtet. In Schweden und andern Ländern hat man selbst vier und sechschichtige Meiler *), in diesen Fällen ist es vortheilhaft, die obere Schicht horizontal zu legen, um dadurch die andern in ihrer Stellung zu erhalten **).

Ist der Meiler fertig, so gleicht man ihn mit kleinem Holz aus und deckt dann mit Gras und Erde. Am Fuße des Meilers werden einige Öffnungen gelassen, damit die Luft eindringen kann. Sehr oft wendet man auch Rasen auf die Decke an und macht sie 4 bis 6 Zoll stark. Nach der Reife zu muß sie fest angeschlagen werden und zwar um so mehr, wenn der Meiler sehr hoch ist, damit sie durch den Wind, der dorthin am stärksten wirkt, nicht losgerissen wird ***).

*) Vorzüglich in Ungarn und Oberitalien sind große Meiler gebräuchlich. Wo es die Umstände gestatten, sollte man immer auf große Meiler hinarbeiten. Zu Görsdorf, wo man für gewöhnlich in einem Meiler 90 Alstr., zu 144 Dresdner Cubiffuß = 105,9 rheinl. Cubiffuß einsetzt, wurden auf Veranlassung des Königl. Sächs. Oberbergamts zu Freyberg, Versuche mit Meilern von 213 Alstr. zu 144 Cubiffuß Dresdner. Inhalt angestellt, woben man 2 pr. Ct. mehr als gewöhnlich ausbrachte. Die Versuche werden fortgesetzt. S. Kalender für den Sächs. Berg- und Hüttenmann. S. 146. N. u. E.

*) Diese Lage wird auch die Haube des Meilers genannt.

**) Es ist das hier beschriebene Verfahren, die sogenannte Kossföhleren, welche, so wie die möglichst steile Stellung der Scheite in den Meilern, sehr zu empfehlen ist. — In den Fällen, wo man nicht Rasen in hinlänglicher Menge findet, wendet man auch Reisig mehrmals übereinander und ineinander gesteckt mit Moos oder Heidekraut vermischt, als Decke an. Ist die Reisigdecke so dick (2 bis 3 Linien) daß sie sich beim Betreten elastisch zeigt, so wird

558. Nun schreitet man zum Anzünden und zwar ist es am rathsamsten, dieß mit Anbruch des Tages vorzunehmen *). Oft geschieht es von unten, wobei auf der Grundfläche des Meilers ein Canal, von der Peripherie zum Mittelpunkte (Quandel) fahrend, offen erhalten wird, und wehrt man einen Haufen angezündeten Kien und Holz bringt; auf diese Weise vermeidet man den hohlen Raum des Zündschachts, welcher einen zu starken Zug bewirkt, wobei man nicht Herr genug über den Gang der Arbeit ist.

Für gewöhnlich aber zündet man von oben an. Ein Arbeiter steigt auf den Meiler, zieht die Quandelstange heraus und wirft trocknes Holz und angezündete Brände in die Öffnung, welche hier die Stelle einer Esse vertritt. Sehr bald entwickelt sich ein dicker Rauch, durch diese Öffnung sowohl, wie um den ganzen Meiler. Bricht die Flamme oben durch, so wird der Zündschacht mit einem Stück Rasen bedeckt, jedoch nicht ganz, damit der Rauch entweichen kann. Von nun an muß der Arbeiter wegen mancherlei Zufällen, denen der Meiler unterworfen ist, vorzüglich wenn die Dede aufreißt zc., wodurch der Zug leicht zu stark wird, sehr Aufgeben. Bei allen Arbeiten dieser Art hat man aber sehr auf den veränderlichen Luftzutritt zu achten; bei zu vieler Luft verbrennen alle Kohlen; fehlt Luft, so erhält man nichts als Brände.

Sehr geschickte und gut geleitete Arbeiter in Schweden haben in offenen Meilern eben so viel Kohlen als bei der trocknen Destillation erhalten, nämlich noch einmal so viel als gewöhnlich. Alles hängt sonach von der Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit der Arbeiter ab. Sie müssen den Zutritt der Luft und das Abziehen des Rauchs dirigiren, die Stellen, wo sich Risse bilden, mit Sand und Rasen zudecken und Luft dahin führen, wo das Verbrennen zu langsam geht;

Sand darauf geworfen. Der Sand muß nicht zu trocken seyn, sonst bleibt er nicht auf dem Reing liegen; ist er zu fest so sinkt er beim Schwanden des Holzes nicht schnell genug nach. Angefeuchtete Kohlenlothe i. am vortheilhaftesten. — Am sorgfältigsten muß die Haube gedeckt werden. H. u. G.

*) Weil der Meiler nach dem Anzünden die sorgfältigste Wartung bedarf, und es daher besser ist, den Tag vor sich zu haben. H. u. G.

Letzteres geschieht durch Stoßen von Zuglöchern durch die Decke. Gegen das Ende der Verfohlung bewirft man den Fuß des Meilers mit Sand, um immer mehr und mehr den Luftzutritt abzuschließen. Zieht der Rauch langsam und an allen Punkten gleichförmig ab, so geht die Verfohlung gut von statten. Der Rauch auf der Spitze zieht übrigens stets schneller *).

559. Nach einiger Zeit wird die ganze Masse glühend, welches man durch die rothglühende Decke wahrnimmt; der Meiler tritt in die *Saare* und das Verfohlen ist beendet. Man muß dann das Feuer auslöschen und die ganze Masse mit einer dicken Erdschicht bedecken. Nach Verlauf von einigen Stunden fühlt man ab, die Decke wird abgezogen und der ganze Meiler mit frischer Erde so bedeckt, daß alle Kommunikation mit der äußern Luft unterbrochen ist. Bei kleinen Meilern können schon den vierten Tag die Kohlen gezogen werden; man braucht dann drei volle Tage für die Verfohlung und das Abfühlen. Ist das Holz leicht und trocken, so bedarf man auch bloß 2 $\frac{1}{2}$ Tag. Große Meiler erfordern aber mehr Zeit, oft 20 auch 30 Tage, je nach ihrem Inhalt und der Arbeitsmethode.

560. Bei dem so eben beschriebenen Verfahren verrennt ein Theil des Holzes und die dabei sich entwickelnde Wärme dient zum Destilliren dessen, was nicht verbrennt. Es ist in den Holzeffigfabriken derselbe Fall, nur daß man das zu verbrennende Holz von dem, welches destillirt werden soll, trennt.

Aus folgender Zusammenstellung ergibt sich der Unterschied beider Methoden:

*) Die hier beschriebenen Arbeiten des Köhlers begreifen das Füllen und Umfassen des Meilers. Das Füllen ist einige Zeit nach dem Anstecken nöthig. Darauf folgt das Umfassen oder feste Zusammenschlagen der Decke. Der nachherige Zustand, wo man den Meiler ben fast gänzlichem Ausschluß der atmosphärischen Luft sich selbst überläßt, nennt man das Treiben der Meilers. Das Stoßen der Zuglöcher geschieht um das Feuer mehr nach der Decke des Meilers zu ziehen; der Meiler kommt sodann ins Zubrennen. H. u. C.

Verkohlung in kleinen
Meilern.

Destillation in Gefäßen.

| | | |
|---|---|-------------------------|
| Eingesehtes Holz zum
Destilliren . . . 100 | } | 112,5 |
| Holz zur Unterhalt-
ung des Destillati-
onsprozesses . . 12,5 | | |
| Kohle, welche in den
aufgefangenen Pro-
dukten aufgelöst ist 17 | | Verflüchtigte Kohle. 28 |
| Erhaltene Kohle . . 28 | | Erhaltene Kohle. 17 |

Man gewinnt daher bei dem ersten Verfahren aus 112,5 Holz, 11 Thle. Kohlen oder 10 pCt. mehr, als bei dem zweiten.

Dieser Vortheil ist groß, aber doch nicht hinreichend die Kosten zu decken, wenn man bloß den Mehrgewinn an Kohlen berechnet. Bringt man auf der andern Seite auch die gewonnene Säure in Rechnung, so muß man bedenken, daß der Preis derselben bedeutend fallen würde, wenn dieser Industriezweig sich möglichst vervielfältigte; übrigens sind die Apparate für die gewöhnliche Kohlengewinnung auch zu theuer, und man muß durch einfachere Methoden die gewünschten Vortheile zu erzielen suchen.

561. Man hat verschiedene Verfahrensarten in dieser Hinsicht vorgeschlagen. Wir wollen sie beschreiben und näher erörtern. Die erste besteht in Anwendung von Schirmen. Es sind dieses oft leicht transportable Windschirme von Weiden, welche bestimmt sind, den Meiler gegen den Wind, welcher die Verbrennung im Innern befördert, und einen Theil Holz gänzlich zerstört, zu schützen. Diese Schirme werden gleich einem Hängdach über die Meiler gestellt, aber so, daß zwischen denselben und den Meilern noch einige Fuß Raum bleibt. Jeder Schirm ist oben offen, damit die Dämpfe entweichen können, und hat auf der einen Seite eine Öffnung, welche mit Leinwand zugehangen ist, durch welche der Arbeiter aus- und eingeht. *)

*) In einigen Gegenden Deutschlands errichten die Köhler sogenannte Schürer

In den Forsten zu Benon bei La Rochelle wendet man einen ähnlichen Apparat an. Derselbe ist von M. Fleuriat de Bellevue im Journal des mines. Tom. XI. p. 413. beschrieben. Eine viereckige Hütte mit Steinwänden und einem Dach aus Bretern, die ziemlich weit aus einander liegen, damit der Rauch entweichen kan umschließt den einschichtigen Meiler, der übrigens auf die gewöhnliche Art gesetzt wird.

Durch den Ho essig, der sich an den retern präcipitirt und sich hinein zieht, werden diese schwer verbrennlich. Jedensfalls aber sind die Windschirme als d weniger kostspieligen und leichter transport i parate vorzuziehen.

Mittelt dieser Einr an kann man bei der Meiler-Verkohlung bis auf 22 t Kohlen ausbringen, aber Theer und Holzessig gehen verloren.¹

562. Brune, Besizer r tenwerke zu Sorel, schlug 1801 ein Verfahren vor, iagem die Herren Blavier und Brochin einen so b n den gutachtlichen Bericht an die dirigirende Bergbivulre einreichten, daß man nicht begreifen kann, warum dasselbe verworfen oder vergessen werden konnte. Dieses l n enthält zugleich die Resultate der im Conservatoire des arts et metiers im Beiseyn Molard's angestellten Versuche. Das Verfahren gr ißet sich, wie es scheint, auf ein sehr richtige Ansicht. Man glaubt nämlich, daß, wenn . Verkohlen ohne den Luftzutritt zu vermehren, schneller zu bewirken wäre, man weniger Holz verbrennen und mehr Ausbringen müßte. Brune nahm mit Recht an, daß der Boden als schlechter Wärmeleiter, die Hitze nur langsam vom Mittelpunkte bis zum äußern mfang leite, und bedeckte deshalb, um diesen Nachtheil zu vermeiden, den oden mit 2 lech.

Man gräbt zu diesem Zwecke eine rube von 4 bis 5 Decimeter Tiefe, und giebt derselben einen Durchmesser wie der Meiler an seiner Basis erhalten soll. Diese Grube wird mit zusammen genieteten Blechen bedeckt, aber nicht unmittelbar auf den Boden, sondern auf einen Rahm aus Stabeis

(Schirme) aus Reissg. und schügen dadurch die Meiler gegen den Wind.
M. u. C.

sen gelegt. Wo die Bleche nicht hinlänglich verbunden sind, müssen sie scharf zusammengestoßen werden. Der Raum unter den Blechen dient zur Fenerung, es werden zwei Reißigbunde auf einmal hineingegeben. Bei großen Meilern, müssen zusammengefalzte gußeiserne Platten die Stelle des Blechs vertreten.

Auf den so vorbereiteten Boden errichtet man den Meiler auf die gewöhnliche Weise. Ein dreiseitiges Prisma wird nämlich aus gegen einander gelegten Scheiten geformt, welche den Kern bilden, und um welche die andern Scheite so gestellt werden, daß ein abgestumpfter Keil entsteht. Dieses Prisma dient in den gewöhnlichen Meilern zur Beförderung des Zugs, hier aber nicht, indem es innerlich auch mit Holz ausgefüllt wird. Die Basis des so gestellten Meilers muß mit der Fläche der Bleche gleich seyn. Der Meiler wird mit Blättern und einer dünnen Schicht kohlenlöschehaltiger Erde gedeckt.

Außer der Öffnung, die man zum Nachschüren des Reißigs unter der Blechdecke haben muß, bringt man noch drei Zuglöcher außerhalb des Meilers an. Das eine gerade der Schüröffnung gegen über, die andern aber in gleichen Entfernungen von diesen beiden. Allmählig verbrennt man 5 bis 6 Reißigbunde unter der Blechdecke, und in weniger als einer Stunde ist das ganze Holz im Meiler im Brande. Nun schließt man sämtliche Zugöffnungen der Grube, und stößt nach und nach von unten nach oben Zuglöcher durch die Decke, wie bei der gewöhnlichen Verkohlung, wobei man darauf achtet, die zu stopfen, wo es zu schnell zieht, und die zu öffnen, wo der Zug todt ist.

Folgende Tabelle enthält die Resultate dreier Experimente, welche die hierzu ernannten Kommissäre anstellten.

Es wurden 3 Kubikmeter, abgeschältes Eichenholz an Gewicht 2798 Kilog. eingesetzt.

| | Erzeugte Kohlen. | | Dauer
des
Prozesses. | Erzeugte Kohlen aus 100
Theilen Holz. | | Gewicht eines
Cubikmeters
Kohlen. |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------------------|--|----------------|---|
| | Maß.
Cubikdecim. | Gewicht.
Kilog. | | im
Maß. | im
Gewicht. | |
| Nach Bru- | | | | | | |
| ne's Metho- | | | | | | |
| de . . . | 6213 | 1196 | 40 Stund. | 77 | 31 | 193 |
| besgl. | 6119 | 1272 | 41½ Stund. | 76 | 33 | 208 |
| Nach der al- | | | | | | |
| ten Metho- | | | | | | |
| de . . . | 2982 | | | | 15 | 195 |

Diese Resultate sind offenbar in Hinsicht auf das Ausbringen bei der angewandten Holzart übertrieben. Ohnstreitig giebt aber diese Methode mehr Kohlen als die Gewöhnliche, jedoch darf man sich nicht streng an obige Zahlen halten. (Annales des arts. T. V. pag. 249.)

363. Ganz neuerlich hat man in Amerika ein Verfahren eingeführt, was von großem Nutzen sein kann.

Bei allen Verkohlungen muß man bekanntlich einen H Brennmateriel verbrennen, um den zum Verkohlen nö-

thigen Hitzgrad zu erzeugen, man kann dazu aber wohlfeile Materialien als Holz und Kohlen anwenden, und dieses geschieht bei der neuen Methode, die sich von der gewöhnlichen Meiler-Verkohlung in nichts unterscheidet, als daß man eine hinlängliche Quantität Kohlenlöcher anwendet, um die Räume zwischen den Scheiten auszufüllen. Der Gang der Verkohlung ist derselbe; aber indem die Kohlenlöcher verbrennen, wird das Holz geschont und in Folge ihrer leichtern Brennbarkeit geschieht nunmehr die Verkohlung schneller. Man erhält auf diese Weise 20 bis 22 pCt. Kohlen. Die Kohle fühlt sich an Anthrazit an, ist aber übrigens der Kohle, die man bei der trocknen Destillation gewinnt, gleich. Diese Verbesserung verdanken wir Marcus Bull.

Man sieht sonach, daß durch ein sehr einfaches und ziemlich wohlfeiles Verfahren das Ausbringen von 15–17 pCt. bis auf 20 und 22 pCt. gesteigert werden kann. *)

564. Doch sind alle diese Methoden noch unvollkommen, weil man nicht sämtliche Produkte benutzt. Bei den folgenden ist ebenfalls die Gewinnung der Kohlen das Wesentliche, doch benutzt man auch die Nebenprodukte. Die Methoden gründen sich auf eingeführte Verbesserungen des Destillationsprozesses, vorzüglich in Rücksicht auf große Quantitäten und in dieser Hinsicht zeichnen sich 3 Arten von Destillation aus; den ersten verdankt man de Foucaud, den zweiten verdankt man Baillet, und den dritten dem Dunkel-Schwarz in Stockholm.

Das gewöhnliche Verfahren, Holz zu destilliren, erfordert kostspielige Apparate, auch halten dieselben nicht mehr als 2 bis 5 Kubikmeter. Beide Umstände verbieten die

*) In Gössdorf ohnweit Grenberg wurden diese Versuche wiederholt; man erhielt daselbst im Ganzen und dem Maße nach 4 pCt. mehr Kohle. (Verh. d. k. k. Geol. Anst. 1829, S. 145.)

Wenn man zu diesem günstigen Resultate gelangen, so muß man die Einschnitten des Holzes in die Kohlenlöcher mit aller Sorgfalt arbeiten, und ausgelebte Leinwand anwenden, und Scheite von möglichst gleicher Größe setzen, damit die Zwischenräume gleich groß werden; widrigenfalls stellt sich die viele Asche in den großen Zwischenräumen nicht, fällt zu Boden und hindert den Luftzutritt und giebt Veranlassung zu vielen Bränden. S. 2.

her dessen Anwendung für Hüttenwerke. Oben genannte drei Fabrikanten sind weder in den einen noch in den andern Fehler verfallen, und es sind deren Apparate so construirt, daß man sie leicht den verschiedenen lokalen Bedürfnissen anpassen kann.

565. Das Verfahren Foucaud's stützt sich auf die Anwendung von Schuttschirmen (Windschauern); die Konstruktion und die Behandlung des Ofens ist wie die der Meiler; derselbe erhält bloß einen konischen Mantel, der nicht nur den Vortheil der gewöhnlichen Schirme gewährt, sondern auch so eingerichtet ist, daß es möglich wird die zufälligen Produkte der Verkohlung in Kühlapparaten aufzufangen. Um dieses Verfahren allgemein zu machen, müssen die Apparate wohlfeil und einfach sein, und diese Aufgabe hat de Foucaud vollkommen gelöst, indem alle Theile seines Apparats leicht transportabel und ohne besondere Kunst zusammenzusetzen sind; die Materialien dazu findet man in jedem Forste. (Taf. 14. Fig. 10. u. 11.)

Um einen Schirm von 30 Fuß Durchmesser an der Basis, 10' an der Spitze und 8 bis 9' Höhe zu bilden, macht man sich aus Holz 12' lange, unten 3' oben 1' breite Rahme. Die Säulen AB, CD, dieser Rahmen sind jede mit 3 hölzernen Griffen versehen. Man bringt durch 2 gegenüberliegende Griffe, entweder eiserne oder hölzerne Bolzen, und vereinigt auf diese Weise die Rahme mit einander. Zwischen die Rahmen kommt ein Geflecht aus Weiden und dieses wird mit einer Art Mörtel aus Erde und gehacktem Gras beworfen. Ein Deckel von 10' Durchmesser, aus gut zusammengefüigten Bretern mit 4 starken Leisten verbunden, schließt den obern Theil des Regels. Derselbe ist mit 2 Klappen versehen, um zu Anfang der Operation den Rauch abziehen zu lassen. In die dreieckige Öffnung (P) desselben befestigt man den aus 3 Bretern zusammengefüigten Kanal, welcher die Gase und Flüssigkeiten, die sich verdichten sollen, in die Tonnen (R) führt. Durch die Thüre (T), welche man nach Gefallen öffnet und schließt, kann der Köhler den Meiler untersuchen.

Würde man die innern Wände des Flechtwerks mit Kreide oder kreidehaltiger Erde überziehen, so könnte man sich direct essigsauren Kalk erzeugen.

566. Die zweite Methode wurde vor langer Zeit schon von dem Bergwerks-Inspector Baillet vorgeschlagen, später erinnerte Lamotte so wie auch de Foucaud wieder daran und endlich ist sie nun seit Kurzem von de la Chaubeauffière ausgeführt worden, welcher sie nach den Angaben des Erfinders Baillet sehr verbessert hat. Das Verfahren besteht in Folgendem: Man gräbt entweder eine Grube oder führt über der Erde einen Cylinder aus gut zusammengeschlagenem fetten Sand oder Rasen auf, bringt Zuglöcher an, die für die Gruben von der Erdoberfläche nach den Enden derselben; und für die andern bloß von Außen nach Innen durch die Wände gehen, wie wir sogleich weiter sehen werden. (Bullet. de la Société d'Encouragement. 1821. pag. 295.)

Fig. 12. Unterirdischer Ofen, halb im Grund und halb im Aufriß nach der Vogelperspective.

Fig. 13. Durchschnitt des Ofens nach der Linie AB.

Sämmtliche Figuren zeigen folgende Gegenstände:

A. Die Hälfte des künstlich zubereiteten Bodens im Grunde. B. Die Hälfte des Aufrißes. C. Durchschnitt nach der Esse. D. Durchschnitt nach den Luftkanälen. E. Aus Töpferthon aufgeschütteter Boden. G. Öffnung für den Zug aus Ziegeln. F. Luftlocher in der Erdschle, welche mit E und G in Verbindung stehen, und Luftzug bewirken. H. Ein Kasten aus Ziegelsteinen und Röhren zum Fortleiten des Rauchs. I. Ziegeleinfassung, worauf der Deckel ruht.

Fig. 14. Ansicht des Ofens über der Erdschle, und zwar halb im Grunde und halb im Aufriß, nach der Vogelperspective.

Fig. 15. Durchschnitt desselben nach der Esse und den Luftkanälen.

L. zeigt die Hälfte des Ofens über der künstlichen Sohle im Grundriß. M. Die Hälfte im Aufriß. N. Eine Stütze

ür den Theil des Kastens, der über der Mauer hervorsteht. Es sind zwei dergleichen Stützen nöthig, sie werden durch einen Querriegel mit einander verbunden.

Fig. 16. Die Haube oder der Deckel aus Blech; a. Öffnung zum Anzünden. b. b. Zuglöcher für den ersten Rauch und zum Dirigiren des Feuers.

567. Die Luftkanäle bestehen aus thönernen Röhren, von 2 Zoll Durchmesser. Diese Röhren münden bei beiden Ofenarten in G. Ein Kranz aus Backsteinen bildet den Rand des Ofens, und auf demselben liegt die blecherne Haube. Die unterirdischen Ofen bestehen übrigens in einer einfachen Grube von 10 Fuß Durchmesser 9 Fuß Tiefe; die Wände derselben werden von Zeit zu Zeit ausgebessert. Der Boden des Ofens wird aus Töpferthon, der nur sehr wenig angefeuchtet ist, geschlagen bis auf die Sohle der Zuglöcher, welche 6" hoch; es ist gut ihn convex zu schlagen.

9 Zoll unterhalb des obern Randes ist eine Öffnung für ein aus gebranntem Thon geformtes 9 Zoll weites Rohr. Dasselbe ist ein wenig nach dem Ofen zu geneigt, und mündet in einen 18 Zoll langen 12 Zoll breiten und 15 Zoll hohen oben offenen Kasten aus Ziegelsteinen. Man kann diesen Kasten mittelst einer Platte aus starkem Eisenblech verschließen. Die Säure und das Theer laufen durch eine 2 bis 3" über den Boden des Gefäßes angebrachte Seitenöffnung ab, welche man nach Gefallen verschließen kann.

Dieses Gefäß ist vorzüglich dann nothwendig, wenn der Kondensationsapparat für 2 Ofen dienen soll. Während der Ofen abkühlt, wird es mit Erde gefüllt, damit die Dämpfe aus dem andern Ofen nicht hineinkommen. An das Gefäß stößt man vertikale blechene oder irdene Röhren, welche 3 bis auf 4½ Fuß erheben, sodann horizontal oder ein wenig geneigt bis auf ohngefähr 15 Fuß Entfernung vom Ofen verlaufen; bis dahin zündet der Rauch nicht mehr, und es besteht dann der übrige Theil des Verdichtungsapparates aus Holz bestehen, auch kann der verdichtende Raum sich an diesen Punkten befinden.

568. Die eiserne Haube, oder der Deckel ist das theuerste und wichtigste Stück des Apparats. Er besteht aus Blech,

welches mit den obern flachen Deckel verbunden ist; auf die hohe Kante gestellte Bänder unterstützen die äußere Oberfläche; er muß ein wenig bauchig sein, und wiegt 250 bis 270 Kilog. Damit er auf jeder Seite des Ofens aufliegen kann, ist er $10\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmesser; er muß von so starkem Blech gefertigt werden, daß, wenn man darauf geht, er nicht nachgiebt. In der Mitte desselben wird eine Öffnung von 9 Zoll Durchmesser angebracht, mit einem vorstehenden Halse, welcher zugestopft werden kann. 4 ähnliche Öffnungen von 4 Zoll Durchmesser befinden sich 1 Fuß vom Rande des Deckels.

Man kann diesen Deckel sehr leicht mittelst zweier eiserner Hebel und einiger 12 Fuß langer Holzrollen, welche man quer über den Ofen auf den Boden legt, bewegen.

569. Um Ofen auf der Erdsöhle, d. h. solche, welche sich über den Boden erheben, zu bauen, bezeichnet man zuerst auf den dazu bestimmten Platz, zwei konzentrische Kreise, der eine $4\frac{1}{2}$ Fuß im Halbmesser; der andere $8\frac{1}{2}$ Fuß. Der Raum von 4 Fuß zwischen beiden Kreisen dient als Basis für die zu konstruierende Erdmauer; man führt dieselbe schichtweise auf und schlägt jede Rasenschicht tüchtig zusammen, damit sich Alles gut verbindet; die Höhe derselben ist 9 Fuß. Sie erhält außen 6 Zoll Böschung, und da sich der Ofen innen nach oben nur 6 Zoll auf jeder Seite erweitert, mithin seine obere Öffnung 10 Fuß Durchmesser erhält, so wird die Mauer oben bloß 3 Fuß stark. Der innere Rand des Ofens muß in der ganzen Circumferenz mit einer auf die hohe Kante gestellten Ziegelreihe eingefasst werden. Diese Rasenöfen erhalten 8 Zuglöcher, welche 6 Zoll über der Erdsöhle und in gleicher Ebene mit der innern aufgedammten Sohle angebracht sind; sie werden mit gebrannten thönernen Röhren oder Ziegeln ausgefüllert.

Die eiserne Haube ist so, wie bey den unterirdischen Öfen, ausgenommen daß sie mit 3 Ringen versehen ist, an welche die 3fache Kette hängt, die mit dem einen Ende an einem Krähne befestigt ist. Mit Hilfe des Krähns wird die eiserne Haube entweder heraufgezogen oder herabgelassen.

auch zieht man damit die mit Kohlen gefüllten Körbe aus dem Ofen.

570. Die Röhren in diesen Öfen sind wie bei den unterirdischen Öfen, nur mit dem Unterschiede, daß sie von oben herunter in den ersten Kasten geführt werden müssen; von da gehen sie wieder fallend, bis zum ersten Stücke des Verdichtungsapparates fort. Für beide Öfen muß der Condensationsapparat aus einer Reihe Fässern bestehen, durch welche der Rauch, ehe er in die Esse kommt, gezwungen ist hindurch zu ziehen. In die Esse selbst wird Feuer gemacht, um den Zug zu befördern. Wenn später von der Gewinnung des Holzessigs die Rede seyn wird, so werden wir diese Art Apparate ausführlicher beschreiben.

571. Der Ofen muß vorher durch ein Reißig- oder Hobelspäne-Feuer gut getrocknet werden; ist dieses geschehen, so schreitet man zum Füllen. In die Mitte stellt man einen runden Pfahl von 4 Fuß Durchmesser und gleicher Höhe mit dem Ofen; um ihn aufrecht zu erhalten, wird er etwas in die Erdsohle hineingebohrt; sodann ein Haufen klarer Kohlen um denselben geschüttet. Man sucht nun unter dem Rohlholze die stärksten Scheite aus, und legt damit horizontale Gassen, jede schließt ein Zugloch ein; das Holz darf aber weder die Wand des Ofens, noch die Quandelstange berühren. Diese Gassen sind im Mittelpunkte, von wo sie auslaufen 4 bis 5 Zoll und außen 13 Zoll breit. Quer über diese Scheite, welche die Gassen bilden, legt man eine Holzschicht so dicht als möglich; darauf allmählig andere bis der Ofen gefüllt ist, mit der Vorsicht, immer die Zwischenräume an der Circumferenz gut auszufüllen, welches sich am besten macht, wenn man abwechselnd Scheite von 56 und 42" Länge anwendet.

572. Ist der Ofen gefüllt, so zieht man den Quandelpfahl heraus, legt die Haube auf, öffnet die 5 Zuglöcher und bedeckt den übrigen Theil mit einer 2 Zoll starken Erd- oder Sandschicht, letzteres geschieht, damit sich so wenig als möglich Dämpfe im Ofen condensiren können; sodann öffnet man die Luftlöcher in den Ofenwänden.

Das Anzünden geschieht mit glühenden Kohlen, die man zu diesem Zwecke bereit hält; durch einen grossen Trichter, welcher auf die mittlere Öffnung der Haube gestellt wird, fallen die glühenden Kohlen in die Öffnung, welche durch Herausnehmen des Quandels gebildet wurde. Auf der Sohle ergreifen sie zuerst die klaren Kohlen und das sehr trockne Holz, welches dem Quandelpfahl zunächst lag. So mit aber die Flamme auch nach Außen zu um sich greife, muß man die mittlere Öffnung in der Haube hermetisch mit einem Propf und feuchtem Thon verschließen. Nunmehr wird das Feuer eine Zeit lang sich selbst überlassen, sobald man aber bemerkt, daß die blaue Flamme weiß und wolkig zu werden anfängt, verschließt man die Lustlöcher der Haube ganz leicht, und verengt auch die Zuglöcher in den Ofenwänden, um der Luft nicht viel Zutritt zu gestatten. Man richtet sich nun bei der weitem Behandlung des Ofens nach der Art des sich entwickelnden Rauches und schließt endlich sämtliche Zuglöcher.

Sollten sich so viel Dämpfe entwickeln, daß die Eise, welche neben dem Condensationsapparate angebracht ist, sie nicht alle aufnehmen und fortleiten könnte, so ist es besser ein wenig Säure zu verlieren und die Dämpfe durch die Zuglöcher der Haube entweichen zu lassen, als den Proceß zu verlängern und Gefahr zu laufen, daß das Feuer gänzlich erlöscht. Daß ein Übermaaß von Dämpfen vorhanden ist, erkennt man an dem Entweichen derselben durch die Ofenwände. Um den dabei statt findenden Säureverlust zu verhüten, kann man auch oben an den Ofen statt einer, zwei Condensationsröhren anbringen, wovon man die zweite nach Gefallen verschließen kann. Die eine Verdichtungs- röhre muß dann auch mit einem besondern Condensationsapparat in Verbindung stehen.

Wird gar keine Säure aufgefangen, so läßt man alle Dämpfe durch die Zuglöcher der Haube entweichen.

573. Um gute Kohlen zu erhalten, muß man in diesen Ofen 60 bis 80 Stunden Zeit zum Verkohlen haben. Anstatt eines Stabes pruft man den Verkohlungszustand, entweder indem man hiermit ein Stück von dem verkohlten Holz

herauszieht, oder indem man untersucht, ob die Schwundung des Holzes in allen Theilen des Ofens gleich erfolgt ist; ist letzteres nicht der Fall, so wird das Zugloch, wo die Schwundung am unbedeutendsten ist und der gegenüberliegende Zugkanal geöffnet, und dadurch das Gleichgewicht sehr bald hergestellt.

Nach dem Verkohlen nehmen die Kohlen nur die Hälfte so viel Raum als das angewendete Holz ein, nicht etwa weil das Holz um die Hälfte geschwunden ist, sondern weil alle Zwischenräume sich besser ausfüllen.

Hat man sich entweder durch die vorgenommene Untersuchung oder aus der Art des entweichenden Rauchs hinlänglich überzeugt, daß die Verkohlung beendet ist, so giebt man noch einmal starkes Feuer (es wird zugebrannt) d. h. man öffnet alle Zuglöcher, ausgenommen die Centralöffnung in der Haube, und dadurch treibt man allen Wasserstoff aus, den bis dahin die Kohle zurückgehalten hatte. Wird dieses unterlassen, so behalt die Kohle eine bräunliche Farbe, die man im Handel nicht will.

Sieht man durch die Zuglöcher, daß die Kohlen rothglühend werden, so wird das Feuer, indem man alle Öffnungen sorgfältig verstopft, erstickt. Von der Haube nimmt man die Erde ab und überstreicht sie nun mit nassem Thon. Um die Zuglöcher des Deckels zu verstopfen, werden blecherne oder thonerne Rohren von größerem Durchmesser und höher als die an der Haube befindlichen Hälse gestellt und mit Erde gefüllt.

574. Bei Ofen dieser Art, welche immerwährend im Betriebe sind, ist die Zeit des Abkühlens ungefähr 10 Stunden. Nach dem Abkühlen wird der Deckel abgehoben; und man bemerkt, daß trotz der unvermeidlichen Schwundung die Kohle ganz die Form des Holzes behalten hat, ohne mit Erde, noch mit andern Unreinigkeiten vermischt zu sein. Um sie zu ziehen, steigt ein Arbeiter in den Ofen, und nimmt die groben Kohlen Stückweise heraus, die klaren Kohlen und die Kösche werden mit der Schaufel herausgeschafft. Brande werde bei Seite gelegt, es ist jedoch selten, daß man welche findet.

Ist das Abkühlen nicht vollkommen geschehen, so bedient sich der Arbeiter eines eisernen Geräthes.

Im Fall, wegen unvollkommenen Verschlusses der Zuglöcher, Feuer im Ofen geblieben seyn sollte, muß man die Kohlen doch auch herausnehmen. Die angezündeten oder schlecht gelöschten Kohlen werden auf eine benachbarte Fläche zum Abkühlen getragen, und daselbst mit einem Rechen ausgezogen. Sehr oft löschen sie da aus, und man hat nicht nöthig, Wasser anzuwenden, wodurch sie größtentheils nur in Asche zerfallen. Es ist jedoch gut, Wasser zur Hand zu haben, um diejenigen Stücke, auf denen sich weiße Asche zeigt, was jederzeit beweist, daß sie noch brennen, eintauchen zu können.

575. Man sollte fürchten, daß der Arbeiter, welcher sogleich in den Ofen steigt, wenn er aufgemacht ist, Gefahr laufe zu ersticken. De la Chabeaussière versichert jedoch, daß während eines zweijährigen Betriebs, kein Unglück dieser Art sich ereignet hat.

Ist der Ofen geleert, so wird er aufs Neue gefüllt und die Andern gezogen. Fünf Arbeiter waren hinreichend die Arbeit in den acht Öfen zu verrichten, welche in der Anstalt von de la Chabeaussière sich befinden.

Das jährliche Ausbringen in 8 Öfen war 20 pr. Ct. *) Man erhielt aus:

| | |
|--|-----------------|
| 5000 Stères Eichenholz wiegend | 1250000 Kilogr. |
| 16000 Hectolitres Kohlen | 250000 — |
| 1000 Fässer unreinen Holzessig | 223500 — |

Diese Säure gab nach dem Rectificiren pr. Faß 13—14 Kilog. geruch- und farblose Essigsäure von 8° nach dem Baum. Areometer, oder 19 Kilog. sehr weißes und in schönen Nadeln krystallisirtes, essigsaures Blei.

Die Erbauungskosten eines solchen Ofens betragen gegen 450 Fr., wovon allein der Hut 400 Fr. kostet. Versetzt man den Ofen, so gehen bloß die Erbauungskosten desselben verloren = 50 Fr.

*) Dem Volumen nach aber = 32 pr. Ct. Allgemeinen Erfahrungen zu Folge sollte bei 20 pr. Ct. Ausbringen dem Gewicht nach, das Ausbringen dem Maße nach größer gewesen seyn. N. u. G.

Die Unterhaltungskosten sind nicht zu rechnen, indem die Arbeiter den Ofen nebenbei, sobald er haufällig wird, repariren. Die Ausgaben für den Condensationsapparat können hierbei ebenfalls nicht in Anschlag gebracht werden, weil derselbe, einmal construirt, ohne große Kosten weiter transportirt werden kann.

576. Das Verfahren von de la Chabeaussière hat, verglichen mit den gewöhnlichen Methoden, folgende Vorzüge:

Man erhält mehr und bessere Kohlen, die Arbeit ist leichter zu dirigiren, man erspart Zeit beim Einsetzen des Holzes und beim Ziehen der Kohlen; die Kohlen sind leicht zu sammeln und weder mit Erde noch andern Unreinigkeiten vermengt, auch kommen selten Brande vor. Der Apparat ist einfach, wohlfeil herzustellen und kostet wenig zu unterhalten; endlich kann man nach Gefallen die flüchtigen Produkte fortgehen lassen oder auffangen.

577. Bei den bisher beschriebenen Methoden sind die Verkohlungsöfen nebst den dazu gehörigen Condensationsapparaten, nur nach einem kleinen Maasstabe ausgeführt; sie eignen sich daher nicht um große Massen Kohlen z. B. für Eisenhütten in hinlänglicher Menge zu erzeugen. Ein so wichtiger Gegenstand zog jedoch die Aufmerksamkeit Mehrerer vorzüglich in Eisen- und Holzreichen Ländern wie z. B. Schweden und Frankreich auf sich. Der Zweck wurde, durch eine Verkohlungs-methode in Ofen nach der Erfindung von Schwarz, vollkommen erreicht. Der Baron v. Ankerswaerd hat, nachdem er einen solchen Ofen nach der Angabe und unter Aufsicht des Erfinders ausgeführt hatte, davon eine Beschreibung gegeben (Ann. des mines. Tom. 12. pag. 327.)

Aus Tafel 15. kann man sich eine richtige Idee von der Form und Haupteinrichtung dieses Ofens machen.

Fig. 1. Grundriß des Ofens mit Zubehör.

Fig. 2. Durchschnitt des Ofens nach der Linie gg.

Fig. 3. desgleichen cc.

Sammtliche Figuren beziehen sich auf folgende Gegenstände:

a a. Raum wo das Holz verkohlt wird; b b b b. Öffnungen zum Hereinbringen des Holzes und Ziehen der Koh-

len; e e Feuerrost. d d. Öffnungen, durch welche Rauch, Holzeßig, Öl und Theer abfließt. e e. zusammengelöthete Röhren, durch welche das Theer abläuft, ohne daß Luft in den Apparat dringen kann; f f. Gefäße worinn sich der Theer ansammelt; g g. Röhren, welche Rauch, Holzsaure und Öl in die hölzernen Kanäle h h und das Gas von hier aus in die Esse führen; h h. hölzerne Kanäle zum Auffammeln des Holzeßigs und des Öls; i i. Esse. k. kleine Öffnung, in welcher man das Feuer anzündet, um einen Zug nach der Esse herzustellen.

578. Man sieht, daß dieser Ofen aus einem geschlossenen Gewölbe mit 2 vertikalen Mauern besteht. Die innere Sohle ist geneigt, um das Abfließen des Theers in die gußeisernen Röhren zu erleichtern. An jeder Seite des Ofens befinden sich 2 Feuerstellen, um das Holz anzubrennen, und durch diese Öffnungen zieht die atmosphärische Luft in den Apparat. Eine dieser Seiten hat indeß 4 Öffnungen, 2 in der Mitte, und 2 in den Ecken; sie dienen insgesammt zum Hineinbringen des Holzes, und zum Ziehen der Kohlen. Der Rauch entweicht durch die gußeisernen Röhren auf der Sohle, die in der Mitte der langen Seite liegen. Derselbe wird durch eiserne Röhren, und in hölzernen Kanälen weiter fortgeleitet, welche zuletzt in die Esse münden.

579. Die Mauern sind entweder aus Sand oder Thon aufgeführt; es muß aber kein Kalk darin seyn, weil derselbe sich brennt und durch die sich entwickelnde Essigsäure angegriffen wird. Die geringste Vernachlässigung in dieser Hinsicht würde sehr üble Folgen nach sich ziehen; sie könnte Luftzutritt mitten in die Kohlen veranlassen, wodurch sie gänzlich verzehrt werden würden. Das Gewölbe des Ofens reißt sehr oft auf, man verstopft jedoch sorgfältig alle Öffnungen, welche sich entweder während der Verkohlung oder bei dem Abkühlen bilden.

Diese Verkohlungsmethode zeichnet sich vorzüglich dadurch aus, daß die Luft nicht eher in Berührung mit dem Holze kommen kann, als bis sie den Feuerplatz passiert hat, wodurch sie den größten Theil ihres Sauerstoffs verliert. Es wird nämlich, nachdem der Ofen gefüllt ist, außerhalb der

selben durch anderes Holz auf dem Caminfeuer unterhalten, die Luft kann daher nicht direkt auf das zu verkohlende Holz wirken, und der Sauerstoffgehalt derselben wird aufgezehrt, ehe sie mitten in den Ofen kommt.

530. Um den Ofen zu füllen legt man erst grobe Stücke und zwar nach der Länge des Ofens, dann legt man auf die ersten kleinere, so dicht zusammen als möglich bis an das Gewölbe. An der Feuerung legt man das Holz weiter, um die Zirkulation der Gase zu erleichtern. Man sieht leicht ein, daß es gut ist, die größtmögliche Quantität Holz einzusetzen. Zur Unterhaltung des Feuers auf den Feuerungsplätzen verwendet man klein gespaltnes Holz, weil es eine Flamme erzeugt, welche viel gleichförmiger brennt. *)

Die Erfahrung hat gelehrt, daß 2 Heerde hinlänglichen Zug geben. Der Inhalt des Ofens ist 169 Kubikmeter.

Ist der Ofen gefüllt und gut verschlossen, so wird das Feuer auf den Heerden angezündet; dabei sind 3 Arbeiter beschäftigt; so daß man jederzeit einen bei Tage, den andern des Nachts zur Unterhaltung des Feuers auf den Heerden braucht. Man hört mit dem Feuer auf, sobald der abziehende Rauch lichtblau erscheint. Es ist dieses ein Zeichen, daß alles Holz verkohlt ist, und von jetzt an fließt keine Saure und kein Theer mehr ab. Die Feuerungsheerde werden nun hermetisch verschlossen, indem man sie vermauert; die Röhren werden mit Holzproppen zugestopft, um welche man Thon schmirt. Nach Verlauf von zwei Tagen, öffnet man zwei kleine Öffnungen, welche bis dahin fest geschlossen waren, und gießt durch dieselben Wasser, um die Kohlen auszulöschen; man schließt sie dann sogleich wieder. 3 bis 4 Tage nachher wird oben die Thüre geöffnet, durch welche man das Holz in den Ofen gebracht hat, sodann noch Wasser in den Ofen gegossen und aufs Neue wieder verschlossen. Man zieht die Kohlen nicht früher, als bis die Leitungsröhren gänzlich abgekühlt sind; zeigen sich noch glühende Stellen, so muß man sie mit Wasser löschen. Es ist aber schwer in den ersten Tagen die Kohlen mit Wasser zu löschen, ohne

*) Dit wendet man da, wo auch Zimmer- und Hobelspann an. K. u. S.

Luft Zutreten zu lassen, letztere verursacht aber sogleich durchs Verbrennen einen ansehnlichen Verlust, deshalb ist es besser mit dem Ausziehen der Kohlen so lange zu warten, bis die ganze Masse erkaltet ist.

581. Dieser Ofen, der 169 Kubikmeter Holz faßt, hat 2900 Franken gekostet. Man hat 6 Versuche gemacht und zu jedem 128 Kubikmeter Tannenholz verwendet, wovon nur 125 Kubikmeter verkohlt wurden. Das Füllen des Ofens währte 2 Tage. Das Feuer auf den Heerden ist 2 Tage lang unterhalten worden, wobei 13 Kubikmeter kleines Holz oder ungefähr $\frac{1}{6}$ des verkohlten Holzes verbraucht worden.

Man erhielt 91 Kubikmeter Kohlen

67 Kilog. Theer

6600 Kilog. unreinen brenzlichen Holzeßig oder

511 Kilog. trocknen essigsauren Kalk.

Das Abkühlen des Ofens dauerte 9 bis 33 Tage.

Vergleicht man diese Methode mit der gewöhnlichen Meilerverkohlung, so ergeben sich folgende vortheilhafte Resultate:

Ofen - Gewöhnl. Meiler.

Verkohlt oder verbranntes

| | | |
|---------------------|-----|----|
| Holz dem Volum nach | 100 | 10 |
| Erhaltene Kohlen | 65 | 50 |

Da die Dichtigkeiten nicht ganz dieselben sind, so kann man die Gewichte nicht vergleichen; aber der Vortheil zu Gunsten des Ofens kann nicht zweifelhaft bleiben. Dieses Urtheil fällt auch das Eisencomptoir zu Stockholm. *)

*) Die Schwedische Methode wurde auf Veranlassung der obersten Bergbehörde im Württembergischen, auf den Eisenhüttenwerken zu Königsbrunn wiederholt. Der Hüttenverwalter Weberling war mit der praktischen Ausführung beauftragt. Im Sommer 1829 wurden diese Versuche noch fortgesetzt, die bis dahin sehr günstige Resultate gezeigten hatten. Die unbewegliche Laube des Ofens war abgeworfen und dafür eine starke künstliche Decke angewendet worden, welche beim Schwinden des Holzes nachank. Vom Feuerungsplatze aus, verzweigten sich auf der Sohle mehrere Kanäle, die sich in 2 Hauptkanäle endigten, letztere mündeten in eine gemeinschaftliche unmittelbar neben dem Ofen stehende Esse. Die Rundungen lagen einander gegenüber, und deshalb hatte man, um den Zug nicht zu schwächen, in die Esse eine Pyramide gemauert.

582. Wir wollen nun sämtliche Verkohlungsmethoden vergleichen, und vorzüglich die Bedingungen näher betrachten, unter welchen jede einzelne vorgezogen zu werden verdient.

Es kommen hier namentlich die folgenden Fälle in Betracht:

1. Derjenige, in welchem die Gewinnung der Kohlen Nebensache ist, und man hauptsächlich auf die Darstellung des Holzeffigs Rücksicht nimmt.

2. Wenn man sich leicht beide Produkte verschaffen will, und

3. Wenn man sehr viele Kohlen verbraucht, und die Reinigung des Holzeffigs auszuführen ist.

Im ersten Falle wird ein besonderer Apparat angewendet, der unter dem Artikel Holzessiggewinnung specieller beschrieben werden soll.

Der zweiten Bedingung kann Genüge geleistet werden, mit den Apparaten von Foucaud, Baillet oder Schwarz. Ersterer wird anzuwenden seyn, wo keine bestimmte Verkohlungsstätte zweite Methode ist vorzuziehen, wenn das Holz wohlfeil zu transportiren und nicht sehr harzig ist; endlich wird die dritte bloß für harziges Holz brauchbar seyn, weil das Theer, welches sie liefert nicht destillirt, sondern nur durchs Ablaufen gesammelt werden soll, wie es Schwarz ausübt. Es ist außerdem klar, daß diese Ofen auch nur da,

Für die Feuerung war bloß ein Herd vorhanden.

Eine Hauptschwierigkeit, die auch der Direkt. Schwarz nicht ganz beseitigt hat, ist, die Herde so zu bauen, daß keine ungesegte Luft durch dieselben in den Ofen kommt; wodurch das Rohholz nutzlos verbrennen würde. In Königsbrunn, wo man vom Herde aus die Flamme noch durch mehrere gemauerte Canäle, welche unmittelbar an den Herd angeschlossen sind, ziehen laßt, ehe sie das Holz erreicht, hat man diesen Uebelstand sehr gemindert.

Es wäre sehr wünschenswerth, daß die Ergebnisse dieser mit vieler Sorgfalt und Genauigkeit angestellten Versuche öffentlich bekannt gemacht wurden. Neulich hat der Direkt. af Uhr in Samwegen die Schwarzschen Ofen verbessert. (Siehe die Annales des Etsenkomptoirs. 12. Jahrgang. t. Bd. S. 316.) H. v. G.

wo der Holztransport bis zum Ofen billig zu stehen kommt, Anwendung finden können.

Am häufigsten muß man sich jedoch mit den Weiterläufen nach den Holzschlägen richten, um die Transportkosten des Holzes zu vermeiden, oder mit andern Worten, der Gewinn an Säure und Theer deckt selten die Transportkosten für das Holz nach einem bestimmten Platz, und in diesem Falle kann man bloß zwischen einem einfachen Meiler und Meilern mit beweglichen Schirmen wählen.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß Meiler mit beweglichen Schirmen nicht vorzüglicher wären, aber für sehr große Meiler ist der Transport dieser Schirme ebenfalls unbequem und kostspielig; darüber beklagen sich vorzüglich die Eisenhütten, indem sie große Quantitäten Kohlen bedürfen. Man behauptet allgemein, daß die in verschlossenen Räumen erzeugten Kohlen für die Eisenhütten wegen geringerer Güte nicht anwendbar wären, dieses ist fehlerhaft; sie sind deshalb nicht anwendbar, weil sie viel theurer als die in Meilern gewonnenen sind. *)

Unter allen bisher vorgeschlagenen Apparaten ist der von Foucaud am anwendbarsten für große Meiler.

583. Sonach sollte man bloß dahin trachten, die Verkohlungen in Meilern zu vervollkommen, weil sie die einzig allgemein anwendbare ist. Ein wesentlicher Punkt ist es, den Gang des Meilers unabhängig von der Sorgfalt des Köhlers zu machen, denn hierin liegt ja der Hauptunterschied zwischen der Verkohlung in Meilern und in Ofen. In Ofen erhält man jederzeit die gewünschte Quantität Kohlen, in Meilern aber kann der geschickteste Köhler nicht allemal für das Ausbringen stehen.

Es ist übrigens außerordentlich schwierig, allgemeine Regeln für die Behandlung der Meiler zu geben. Was konnte man auch über die Behandlung eines Ofens voraus bestimmen, von welchem man bei jeder neuen Verkohlung die

*) Auch deshalb weil die Ofenkohlen immer leichter sind. Wird die Verkohlung in Ofen aber richtig geleitet, d. h. sieht man hauptsächlich auf die Gewinnung guter Kohlen, und betrachtet man Theer und Essig als Nebenprodukte, so werden die Kohlen selbst auch dichter ausfallen. A. u. G.

Dede, Sohle, Lage gegen den Wind, den Zug ic. verändert? Einen zuverlässig sichern Gang bei so vielen Schwierigkeiten zu bezwecken, ist eine Aufgabe die wohl schwer zu lösen seyn dürfte.

Wenn man sich indeß eine genaue Vorstellung von dem Gange der Arbeit macht, so sieht man, daß es wesentlich bei der zu befolgenden Methode darauf ankommt, das Feuer unten auf einer möglichst großen Oberfläche anzuzünden, und den Zug in p m n nach der Aue herzustellen, bis alle höher liegende Theile bei n endlich so erhitzt werden, daß sie im Begriff sind sich zu zünden. Schließt man das Zugloch (n) und öffnet die in den Punkten a a in gewissen Entfernungen von „ so geht der Zug in den Richtungen p m a. Diese m ebenfalls geschlossen und man stößt neue bei b, hier a, endlich in d, um alle mahl den Zug nach p m b n d zu dirigiren, so daß die Verkohlung in versd en des Meilers, erst an der Aue, dann an der Ei us i ben erfolgt. Es ist uns nicht bekannt, ob m maß versucht hat, den Zug eine umgekehrte Richtung i nach p statt von p nach n zu geben; es könnte dieß mi in der Röhre geschehen, welche von p ausgieng und in eine Esse mündete. Man würde den Vortheil haben, daß man die sich beim Verbrennen in n entwickelte Wärme vollkommen benutzte, weil sie nunmehr durch den ganzen Meiler ziehen müßte, ehe sie entweichen könnte.

Es handelt sich hier vorzüglich um die Benutzung sämmtlicher beim Verbrennen des Holzes sich entwickelnden Wärme, zu der Verkohlung. In einem Meiler, wo man durchaus keine Wärme verliert, erhält man alle Kohlen; dadurch unterscheiden sich große Meiler so vortheilhaft von kleinen *). Man muß übrigens vorzüglich dafür sorgen, daß die entweichenden dampfförmigen Körper die möglich niedrigste Temperatur haben, weil ein geringer Tem-

*) Bei mehreren kleinen Meilern ist der Quadratinhalt der Meilerstätten, welcher größer als bei einem einzigen großen Meiler von gleicher A. E.

593. Die getrockneten Torfziegel werden in vielen Ländern unmittelbar als Brennmaterial angewendet. Sie entzündeten sich schwer, sind sie aber einmal entzündet, so brennen sie ruhig und mit starker Flamme fort. Der Torf verbreitet beim Verbrennen einen unangenehmen Geruch, und dieses beschränkt seine Anwendung im gewöhnlichen Leben. Bei einem gut konstruirten Feuerheerd oder Kamin ist dieses jedoch nicht der Fall. Selbst in holzreichen Ländern wird der Torf von der ärmeren Klasse und von Fabrikanten häufig angewendet. Die Fabrikanten bedienen sich desselben zum Abdampfen, zum Brennen des Kalkes, der Ziegel und der gewöhnlichen und glazirten Töpferwaaren. Die glazirten Waaren erfordern übrigens bisweilen ein sehr lebhaftes Feuer, weshalb man gegen das Ende der Operation (dem eigentlichen Einbrennen) Holz anwendet. Man nimmt an, daß unter allen Brennmaterialien der Torf die gleichförmigste Hitze giebt. Ganz gewiß ist es, daß wenn der Torf einmal angezündet ist, er fortbrennt, ohne daß man so oft den Koft zu reinigen nöthig hat; die Flamme ist jedoch nicht so lebhaft wie beim Holze.

Der Torf von guter Qualität giebt bei gleichem Gewichte eben so viel Hitze als das Holz, nämlich die Hälfte weniger als Steinkohlen. Nach Péclet ist die strahlende Wärme des brennenden Torfes größer, als die des brennenden Holzes. *)

*) Ich habe den Torf mit dem besten Erfolge zum Aufschmelzen des Kobaltens in besonders konstruirten Glasmöfen und zum Zerschmelzen des Eisens in Puddelöfen angewendet. Sind die Öfen auf dieses Material eingerichtet, so erzeugt man damit einen eben so hohen Grad als bei Holz und Steinkohlen, und deshalb liegt es gewiß an dem Bau des Ofens, wenn Topfer, wie unser Verfasser sagt, zum Einbrennen oder zu Ende der Operation Holz anwenden müssen. Auf den Bau der Öfen selbst für Torffeuerung komme ich später unter dem Kapitel Eisengewinnung wieder zurück.

Ferner hat schon im Jahr 1792. Murdoch in England aus Torf Gasdampf dargestellt. (Pecston, on oil and coal gas.) Ich habe ebenfalls aus Torf, welcher vorher mit ein wenig Öl befeuchtet wurde, Gas dargestellt, das eine sehr helle Flamme gab, Klg.

Torfkohle.

694. Der Torf wird zu mehreren Zwecken brauchbar, wenn man ihn verkohlt. Man kann die Kohle zum Erwärmen der Zimmer so wie zu mehreren metallurgischen Arbeiten, wozu roher Torf nicht taugt, anwenden. In Folge dessen, was bereits über die Produkte, welche er bei der Destillation giebt, gesagt wurde, sollte man dieselben Verkohlungsmethoden wie beim Holz anwenden können. Insofern ist die Verkohlung des Torfs in Meilern nicht vortheilhaft. Der Torf schwinde beim Verkohlen zu sehr, wodurch die Decke so schnell ein großer Theil Torf verbrennt. Im nördlichen Frankreich ist diese Methode jedoch üblich.

Das Verkohlen in offenen Gefäßen oder die eigentliche trockne Destillation ... Thillaye-Platel (Ann. de Chim. T. XLVI S. 129.) hat schon im Jahr 1786 in dieser Hinsicht Versuche angestellt und hierbei findet zugleich der merkwürdige Umstand statt, daß der nämliche Verfasser zuerst oder wenigstens zu gleicher Zeit mit Lebon das sich beim Destilliren entbindende Gas, als Brennmaterial in dem Verkohlungssofen angewendet hat. Der Apparat, dessen er sich bediente, wich nicht wesentlich von denen ab, welche man zum Verkohlen des Holzes in verschlossenen Gefäßen anwendet. Es war nämlich ein, in einem besondern Ofen liegender horizontaler Zylinder aus Blech, an welchem eine ebenfalls blecherne oder gußeiserne Röhre angestossen war, die in ein besonderes verschlossenes Gefäß mündete. Die sich kondensirenden Flüssigkeiten blieben in demselben, und die Gase wurden mittelst eines zweiten Rohres von da unter den Rost zum Verbrennen geleitet. Die sich entbindende Gasmenge war hinreichend, um den zum Destilliren des Torfs nöthigen Hitzgrad zu unterhalten. Die Versuche wurden mit Torf aus der Gegend von Gournai angestellt. Sie wurden von Blavier mit Torf aus dem Thale von Beüle bei Reims wiederholt. (Annal. des mines. T. IV. p. 177.) Blavier bediente, wie eben aus den Destillation des Holzes gebräuchlichen Appa-

4" im Umfang schwindet; sonach verhält sich das Eisen in der Richtung des Durchmessers zu der in der Länge wie 4:1 und das Holzvolumen verhält sich zum Kohlenraum wie 27:11. Es ist dieses eine allgemeine Erfahrung bei Verkohlen des Holzes in Frankreich. Aber die harzigen Gänge des Nordens machen von dieser Regel eine Ausnahme und man muß im Allgemeinen vermeiden, die davon entstehenden Produkte mit den aus gewöhnlichen Hölzern zu vergleichen. *)

*) Diesen Erfahrungen zufolge, würde das höchste Ausbringen dem Waage nur 40,7 pr. Et. betragen können.

Nach den Versuchen von af Uhr kann das Ausbringen etwa 60 pr. Et. dem Volumen nach steigen, vorzüglich bei Fichten- und Kieferholz. Meine im Kleinen angestellten Versuche mit vollkommen lufttrocknen Birkenholze, gaben 52 pr. Et. wobei die zurückgebliebene Kohle völlig rein war, also auch keine Volum-Vermehrung zu rechnen war.

Es kann also im Großen über 50 pr. Et. Kohle nicht ausgebracht werden. Was man darüber erhält, besteht aus Hohlungen zwischen den Kohlen selbst, die mit in die Berechnung eingehen. Bei Fichtenholz ist das Ausbringen nach dem Volumen stets größer als bei Kieferholz, weil ersteres mehr aufspringt, und jedes einzelne Stück selbst wieder ein oder mehrere kleine Räume enthält; und daher sind bei gleichem Volumen die Fichtenkohlen den Kiefernkohlen stets vorzuziehen.

Nach Erdmanns Journal für technische und ökonomische Chemie Bd. 2. S. 4. bringt man in Gersdorf 85 bis 90 pr. Et. aus, doch ist das Ausbringen nach dem Gewicht nicht mit angegeben worden ist, kann man über den reinen Ertrag jener Verkohlung nicht urtheilen.

1 Kiste von 109 Cubikfuß Kahl. Kiefernholz, lufttrocken und zu beiden Theilen des Hohofens nach beiderseits getrocknet, jedoch so, daß es sich braun färbte, wog nach meinen Versuchen 25 Etr. und gab bei der Verkohlung im Meiler 66 Cubikfuß Rh. Kohlen, oder $6\frac{1}{2}$ Etr. dem Gewichte nach.

Das Ausbringen nach dem Waage war

folglich = 61,1 pr. Et.

Nach dem Gewichte

= 26 pr. Et.

Die Kohlen wurden in einem Waage von 12,22 Cubikfuß Rh. gemessen. Der Ausfall dieser Verkohlung war höchst vortheilhaft, und es ist in stehenden Meilern nur bei vorzüglicher Sorgfalt erreicht. Es kommt selbst auch dem theoretischen Maximum (355) sehr nahe. Ich theile diese Resultate mit Berzelius und Gessström die Ansicht, daß die Meilerkohlen die vollkommenste ist. Aus gut geführten Meilern erhält man die besten und die meisten Kohlen. Der Meiler ist aber nur dann gut geführt, wenn der Kohler gerade so viel Luft eintreten läßt, als nothig ist zur Oxydation des Wasserstoffs aus dem Holze und zur Unterhaltung des Feuerstoffes. Ist nicht hinlänglich Sauerstoff vorhanden, so wird sich ein gas-

theil des aus dem Wasser frei gewordenen Wasserstoffs mit Aethen in Kohlenwasserstoff verbinden, und dadurch das Ausbringen vermindert werden.

In Schweden hat man in Folge dieser Ansicht und auf Veranlassung des berühmten Eisencomptoirs in Stockholm Roblungsversuche in Meilern veranstaltet; und zwar in sogenannten italienischen Meilern. (Siehe Beschreibung der italienischen Verfohlungsmethode von J. Nag. Wien.)

Die Meiler hatten nicht über 40' Durchmesser und waren 2 schichtig.

Die Sohle ist mit einer Neigung nach der Circumferenz geschlagen.

Das Abzünden, so wie die Verfohlung erfolgt von oben, und zwar werden, wenn die Zone $a a'$ verfohlt ist, die Luftöffnungen $b b'$ in gleicher Entfernung von der Erdohle und 2 bis 3 Fuß Abstand von einander gestossen, damit bei $c c'$ fortgefahren, bis die Verfohlung beendigt ist. Sammtliche Hölzer werden hierbei benutzt, und man kann die Zonen $a a'$ $b b'$ etc. worin die abgefohlten Kohlen liegen, als einen Schalter für das specifisch leichte Wasserstoffgas betrachten, das bei dieser Temperatur auf die Kohlen nicht mehr zerlegend zu wirken vermag.

Den mündlichen Mittheilungen des Herrn Professor Geffrön zu Folge, hat schon vor 100 Jahren ein Schmied in Schweden dieses Verfahren ausgeführt und es findet sich davon eine Beschreibung in dem Archiv des Eisenkomptoirs zu Stockholm.

Die Einführung dieser Verfohlungsmethode ist auch für Deutschland wünschenswert. Hier.

tig benutzt werden, weil man darin Braunkohlen für eigentlichen Torf genommen hat, eine Verwechslung, die übrigens für die Anwendung keinen schädlichen Einfluß haben kann, weil man sorgfältig schwefelkieshaltigen Torf, welcher jederzeit Braunkohle ist, von reinem oder wirklichen Torf unterschieden hat *).

*) Der Oberforstmeister Moser in seinem Werk „Die Forstwirtschaft im Sächsischen Erzgebirge. Rumb. 1825. bei Miegel und Wiefner.“ hat schätzbare Nachrichten über die Benutzung und Behandlung des Torfs mitgetheilt; ebenso finden sich Notizen über die Anwendung der Torfkohle in dem Kalender für den Sächs. Berg- und Hüttenmann 1829, S. 194. bis 196. H. u. E.

fer sich ausdehnen; eben so variirt die Mächtigkeit derselben, sie ist oft sehr unbedeutend, manchmal 3 bis 4 Fuß, während sie in Holland mehr als 30 Fuß beträgt.

587. Der Torf verdankt seine Entstehung ganz bestimmt der Anhäufung abgestorbener Vegetabilien in Mooren und Seen, wo dieselben sich mit Schlamm und Wasserpflanzen, welche in den Seen wuchsen, vermengten, wie man sich davon bestimmt überzeugen kann, wenn man die verschiedenen Graslagen in moorästigem Boden beobachtet. Mit dem Jahre nehmen diese Lagen an Mächtigkeit zu und die darin entwickelnden Pflanzen werden endlich ziemlich weit von ihrem ursprünglichen Standpunkt entfernt, indem diese Schicht von durch einander liegenden Wurzeln und Pflanzensfragmenten sie davon trennt.

Ähnliche aber noch mächtigere, in Schlamm versunkene Pflanzen haben durch ihre langsame Zersetzung ebenfalls zur Entstehung von Torf Veranlassung gegeben.

Indeß geben nicht alle Moore Torf, woraus man schließen kann, daß zu dessen Erzeugung besondere Pflanzen nöthig sind, und die Umwandlung oder Zersetzung derselben nur unter besondern Umständen statt findet. Man hat übrigens keine zuverlässigen Angaben über die Wiedererzeugung des Torfs in verlassenen Stichen, so daß man bis jetzt noch kein fortwährendes Entstehen bezweifeln kann, und annehmen muß, daß derselbe unter Umständen entstanden ist, die nicht mehr vorhanden sind.

588. Die Gewinnung des Torfs ist sehr leicht. Er ist gewöhnlich sehr nahe zu Tage oder an der Erdoberfläche; diese wird dann zu dem Ende entbloßt und der Torf nachher auf verschiedene Weise gewonnen. Man unterscheidet die obern Schichten von den untern. Die obere faserige Schicht besteht aus einem Gewebe von Pflanzen, die man noch größtentheils unterscheiden kann, und heißt Fasertorf (Boortorf). Die andern sind dicht, und die darin enthaltenen Vegetabilien völlig zersetzt und unkenntlich, diese Schichten geben den Streich- oder Moortorf. Der Moortorf ist vorzüglicher als der Fasertorf, die Gewinnung desselben geschieht daher mit vieler Sorgfalt; übrigens ist

die Lage des Fasertorfs nicht sehr mächtig. Man pflügt sie mit dem gewöhnlichen Spaten, indem man dabei mige große Stücke herauslicht, die man an der Luft oder Sonne trocknet. In den französischen Torfstechereien schiebt die Gewinnung des Moortorfs aber auf eine andere Weise. Sobald durch die Gewinnung des Fasertorfs der Moortorf entblößt ist, sticht man mit einem besondern formten Grabscheite, welches auf der einen Seite ein rechten Winkel gegen die Fläche des Grabscheites gebogen hat, die backsteinförmigen Stücke. Man trocknet dieselben ebenfalls an der Sonne. Manchmal hat das Grabscheit an jeder Seite ein vorstehendes Ohr, welche mit einem Eisenstäbchen oben verbunden sind, wodurch das Ansehen eines an zwei Seiten offenen Kastens erhält. (Annales des mines. T. XXXII. pag. 264.)

Ist der Torfstich überschwemmt, so muß man sich einer Schaufel bedienen, um die breiartige Masse auf einen abhängigen Platz zu werfen, damit das Wasser davon abfließen kann und der Torf eine dickere Konsistenz annimmt. Er formt dann auf die gewöhnliche Weise Ziegel in beliebigen Formen daraus. (Annales des mines T. XXXII. p. 259.)

Dieses sind die Gewinnungs-Methoden des Torfs in Frankreich, Deutschland und mehreren andern Ländern. Die Holländische ist davon gänzlich verschieden; sie ist in der sorgfältigen Beschreibung, welche Dejean (Annales Ch. XXXIV. p. 225) davon gegeben hat, bekannt. Weitere speziellere Angaben sind aus dessen Abhandlung zu drucke worden.

Der Fasertorf und alle Torfarten, die sich diesen Gewinnungs-Methoden unterwerfen, werden stets mit dem Grabscheite gewonnen und ebenfalls geformt. Aber den Moortorf gewinnt man auf eine besondere Weise, und diese wollen wir näher betrachten.

Man entblößt das Torflager, sticht denselben ebenfalls mit dem Grabscheite, und nimmt ihn hernach mit einer Schaufel heraus. Gewöhnlich sind die Schaufeln, die man in Frankreich in ähnlichen Fällen anwendet, in der Gestalt eines eisernen Eimers geformt, die holländische aber besser. Sie bestehen in einem einfachen Ru-

ren Mändern, der durchlocht ist, um in die Löcher die von einer Art Netz oder Sack zu befestigen, der die tiefung oder den Bauch einer Schaufel bildet. Der Arbeiter gewinnt mit diesem Instrument weniger Wasser und Torf. Er wirft den Torf in einen Kubel, in welchem Arbeiter mittelst einer Gabel ihn durchrührt und die große Stücke zerreißt, und dann noch etwas Wasser zufügt, eine Art Teig bilden zu können, den er gut mit den Händen durch einander tritt und mit einer Krücke zerreißt. Der Teig gut bereitet, so gießt man ihn auf eine 12 bis 14 breite Platte, welche so lang ist, als es der Platz gestattet.

Die aufgeschüttete Torfschicht ist 13 Zoll hoch. Diese Schicht ist mit Brettern von 14 Zoll Höhe eingefasst und diese Fassung bildet einen Trog für den gewonnenen Torf. Der überflüssige Wasser läuft zum Theil ab, versinkt in der Erde oder es verdampft auch nach und nach. Damit der Torf nicht auf den Erdboden aufsteht, bedeckt man vorher die Erde, worauf er kommen soll, mit einer Lage festgetretenem Stroh.

Nun gießt man den Torf in breiigem Zustande darauf; nach wird derselbe mit der Schaufel ausgebreitet und mit dem Schlagel darauf geschlagen, um ihm eine gleichmäßige Stärke und Konsistenz zu geben. Nach Verlauf von 24 Stunden hat sich ein großer Theil des Wassers in die Luft gezogen, und viel davon ist verdampft, wodurch der Torf mehr Zusammenhang erhält. Man läßt nun Kinder oder Weiber darauf herumtreten. Diese haben statt der Schuhe 12 Zoll breite und 13—14 Zoll lange Bretchen an den Füßen, welche sie nach Art der Schlittschuh befestigen. Durch das Herumtreten erhält der Torf gleiche Mächtigkeit, wird fester und die sich gebildeten Risse verschwinden. Man setzt mit dem Treten auf, sobald man auf dem Torfe mit gewöhnlichen Schuhen herumlaufen kann, ohne einzubrechen. Man schlägt man denselben nochmals mit breiten Schaufeln oder Schlageln zusammen und endigt damit, der Lage gleichförmige Mächtigkeit von 8 bis 9 Zollen zu geben.

Auf dem Torfhaufen zieht man hierauf mit Hilfe eines eisernen Linien, welche denselben in Quadrate von 4 bis 5 Zoll theilen. Da die Mächtigkeit der Schicht 8 Zoll be-

trägt, so erhält man, wenn die Schicht nach den verzeichneten Linien durchstochen wird, Ziegel von 8" Länge und Breite und Dicke.

590. Das Stechen der Ziegel geschieht mit einem besonders geformten Grabscheit, dessen Eisen einen stumpfen Winkel bildet. Man durchsticht den Torf hier und da in der Richtung der gezogenen Linien, um zu sehen, wie weit er ausgetrocknet ist, und um das Trocknen noch zu fördern. Je trockner er wird, um so weiter wird er durchstochen. Ist das Durchstechen beendigt, so überläßt man die Ziegel sich selbst einige Zeit, damit sie mehr Konsistenz erhalten. Endlich heben die Arbeiter die Ziegel der 1ten, 3ten, 5ten u. Reihe heraus und legen solche quer auf die noch liegenden der 2ten, 4ten und 6ten u. Reihe. Die Arbeiter haben dabei lederne Handschuhe an. Nach einigen Tagen setzt man diese in umgekehrter Ordnung um, so daß die obern oben und die obern nach unten kommen. Dieses ist hinreichend, daß die Ziegel von selbst in kurzer Zeit trocknen. Die trocknen Ziegel werden in Scherren abbewahrt; man muß jedoch die Torfziegel nicht früher als bis sie vollkommen trocken sind, in Scherren bringen. Je gehörig trockne Ziegel werden in denselben erst so warm, daß sie Feuer fangen.

591. Um nun leichter bestimmen zu können, unter welchen Umständen der Torf vorzüglich anwendbar ist, man man dessen Zusammensetzung näher kennen. Bei der Destillation gibt er dieselben Produkte wie das Holz, aber in andern Verhältnissen. Torf aus der Grasschaft Manoyeld nach Klaproth:

| | | |
|---------------------------|---|--------------------------|
| 1. Beste Produkte
46,5 | { | 20,0 Kohle. |
| | | 2,5 Schwefelsauren Kalk. |
| | | 1,0 Eisenoryd. |
| | | 6,5 Thonerde. |
| | | 4,0 Kalk. |
| | | 12,5 Kiesel sand. |

601. In dieser Art der Braunkohle kommt die Gagat Kohle (Jayet) vor. Es ist bekannt, daß diese Masse gewonnen wird, um Gegenstände des Luxus und Verzierungen aus zu verfertigen. Die Gewinnung derselben und die Methoden, welche man anwendet um sie zu schneiden, verdienen eine speziellere Beschreibung.

Man macht verschiedene Verzierungen aus den Gagaten und schneidet sie in mehr oder minder große Körner, welchen man verschiedene Formen giebt, und mit Facetten versetzt; es werden vorzüglich daraus Ohrringe, Halsbänder, Feufrauze, Kreuze etc. gemacht.

Vorzüglich zu Sainte-Colombe-sur-Loire, Depart. du Maine ist die Hauptfabrikation dieser Artikel. Ehedem wurde sie sehr lebhaft betrieben. Man verarbeitete daselbst nicht die Pechkohlen aus den dortigen Departement zwischen Angers und den Bädern von Rennes sondern auch die aus Gruben zu Aragonien. Seit zwanzig Jahren gewinnt man zu diesem Behuf im Innlande keine Kohlen mehr, sondern bezieht sie aus Spanien.

Um Verzierungen aus den Pechkohlen zu machen, beginnt man damit, sie mittelst eines Messers in kleine Stücke zu zerschneiden. Man giebt ihnen ungefähr die Form, welche sie erhalten sollen; durchbohrt sie nachher an den schließlichen Punkten, und schleift sodann, nach Art der Steinmetzen Facetten darauf, mittelst eines horizontal liegenden Schleifsteines, der fortwährend befeuchtet wird.

Die Facetten werden geschliffen, indem man das Korn gegen die Circumferenz des Schleifsteins halt, welcher gewöhnlich sehr rauh ist; man polirt die Körner, indem man sie gegen den Mittelpunkt des Steins bringt, der gewöhnlich mittelst eines Kieselsteins, den man von Zeit zu Zeit da-

mit dem Aufschwelen der Braunkohlen ausgestellt und durch den Rurheländischen Bergmeister Strömpelmann in den Studien des Göttingischen Vereins d. 2 Band. 1824, beschrieben worden.

Man erhielt im Durchschnitt aus 100 Kubikfuß holzformiger pechachtiger Braunkohle 42.13 pr. Ct. abgetrennte Kohlen, die sich als sehr brauchbar bei gewöhnlichen Schmiedearbeiten bewiesen. N. u. G.

593. Die getrockneten Torfziegel werden in vielen Ländern unmittelbar als Brennmaterial angewendet. Sie entzünden sich schwer, sind sie aber einmal entzündet, so brennen sie ruhig und mit starker Flamme fort. Der Torf verbreitet beim Verbrennen einen unangenehmen Geruch, und dieses beschränkt seine Anwendung im gewöhnlichen Leben. Bei einem gut konstruirten Feuerherd oder Kamin ist dieses jedoch nicht der Fall. Selbst in holzreichen Ländern wird der Torf von der ärmeren Klasse und von Fabrikanten häufig angewendet. Die Fabrikanten bedienen sich desselben zum Abdampfen, zum Brennen des Kalkes, der Ziegel und der gewöhnlichen und glasirten Töpferwaaren. Die glasirten Waaren erfordern übrigens bisweilen ein sehr lebhaftes Feuer, weshalb man gegen das Ende der Operation (des eigentlichen Einbrennen) Holz anwendet. Man nimmt an, daß unter allen Brennmaterialien der Torf die gleichförmigste Hitze giebt. Ganz gewiß ist es, daß wenn der Torf einmal angezündet ist, er fortbrennt, ohne daß man so oft den Koft zu reinigen nöthig hat; die Flamme ist jedoch nicht so lebhaft wie beim Holze.

Der Torf von guter Qualität giebt bei gleichem Gewichte eben so viel Hitze als das Holz, nämlich die Hälfte weniger als Steinkohlen. Nach Péclet ist die strahlende Wärme des brennenden Torfes größer, als die des brennenden Holzes. *)

*) Ich habe den Torf mit dem besten Erfolge zum Umfäulen des Roheisens in besonders konstruirten Glanndöfen und zum Frischen des Eisens in Puddelöfen angewendet. Sind die Öfen auf dieses Material eingerichtet, so erzeugt man damit einen eben so hohen Hitze grad als bei Holz und Steinkohlen, und deshalb liegt es gewiß an dem Bau des Ofens, wenn Topfer wie unser Verfasser sagt, zum Einbrennen oder zu Ende der Operation Holz anwenden müssen. Auf den Bau der Öfen selbst für Torffeuerung komme ich später unter dem Capitel Eisengewinnung wieder zurück.

Berner hat schon im Jahr 1792. Murdoch in England auf Torf Leuchtgas dargestellt. (Pee-ston, on oil and coal gas.) Gas wird ebenfalls aus Torf, welcher vorher mit ein wenig Öl befeuchtet wurde, dargestellt, das eine sehr helle Flamme gab. Als z.

| Vorkommen. | Kohle. | Kieselerde, Thonerde
und Eisenoxyd. |
|-------------------------------------|-----------------|--|
| Aus der Nähe von Allemont | 97,25 | 2,75 |
| Venose bei Oisans | 90,25 | 10,75 |
| Laval und Sainte-Agnès | 99,09 | 10,00 |
| Ronsses | 84,50 | 15,50 |
| Lischwitz bei Gera | 88,00 | 12,00 |

Die Schwierigkeit, mit welcher der Anthrazit verbrennt, ist ein Haupthinderniß ihn zu ökonomischen Zwecken im gemeinen Leben anzuwenden. Wir werden auf diesen Gegenstand zurückkommen bei der Gewinnung des Eisens. Es ist wohl möglich, daß der Anthrazit noch vollkommen zum Schmelzen des Eisensteins in Hohöfen wird benutzt werden können, zu andern Anwendungen wird er aber immer untauglich bleiben, wegen der hohen Temperatur, welche er erfordert, ehe er vollkommen verbrennt.

Alles was wir daher über fossile Brennmaterialien sagen werden, hat keinen Bezug auf den Anthrazit.

Zusammensetzung der fossilen Brennmaterialien im Allgemeinen.

607. Vergleicht man die verschiedenen Arten fossiler Brennstoffe mit einander, so findet man zwar, daß sich dieselben im Allgemeinen sehr ähnlich verhalten, allein es existiren nichts desto weniger auch wesentliche Verschiedenheiten zwischen diesen Stoffen. Wir werden zuerst die wesentlichen Bestandtheile der fossilen Brennmaterialien nach den Untersuchungen von Karsten betrachten.

In den Braunkohlen muß man das Uimin als wesentlichen Bestandtheil ansehen; dagegen findet sich in den Steinkohlen, auf welche Art solche übrigens auch entstanden seyn mögen, doch gewiß kein nach bestimmten Proportionen gebildeter Körper vor, welchen man im engeren Sinne des Wortes so nennen, und der bei der Klassifikation der verschiedenen bekannten Arten als fester Anhaltspunkt dienen könnte.

paraten ähnlich, ausgenommen daß die Retorte hierbei sehr recht eingesetzt war.

Folgende Produkte hat Blavier aus dem Torf von Beble bei Versuchen im Kleinen erhalten:

34,7 Kohlen und Asche.

6,8 Theer.

39,9 Saures Wasser.

18,6 verschiedene Gase und Verlust.

100

Wurden 100 Kilog. auf einmal eingesetzt, so erhielt man 40 bis 41 Kilog. Kohle, deren Aschengehalt jedoch nicht bestimmt worden ist; es ist derselbe für jede Torfart verschieden. Die Torfkohlen kamen dem Volum nach eben so theuer, als die Holzkohlen; man fand aber, daß ein gleiches Gemäß mehr Hitze als Holzkohlen gab, weil das specifische Gewicht derselben größer war. Der Torf, welchen Th. Laye untersuchte, gab 38 bis 40 pCt.; Kohle, welche 15 bis 16 Theile Asche beim Verbrennen zurückließ. Sehr wichtig ist es, die Torfkohlen vor dem Herausnehmen jedesmal vollkommen abkühlen zu lassen, weil sie außerdem an der Luft leicht Feuer fangen.

595. Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß man nur Torf von vorzüglicher Güte mit Vortheil destilliren kann. Es giebt Torfarten, die die Hälfte ihres Gewichts Asche geben, man muß übrigens nur diejenigen anwenden, welche nicht mehr als $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ ihres Gewichts Asche zurücklassen. Der große Aschengehalt verzehrt theils einen Theil der Hitze beim Verbrennen, welche nutzlos verloren geht, theils nimmt er auch auf unnütze Weise Platz im Verkohlungsosen ein. Es ist übrigens nicht wahrscheinlich, daß man jemals den Torf mit Vortheil in verschlossenen Gefäßen wird verkohlen können. Wenn Versuche dieser Art vortheilhafte Resultate geben sollen, so müssen sie sehr im Großen und mit wohlfeilen Apparaten ausgeführt werden, ähnlich denen von Schwarz und Chabreaussiere. Blavier hat schon vor langer Zeit einen ähnlichen Ofen für diesen Zweck angewendet. (Ann. des mines N. 2.)

Elementarmischung der verschiedenen fossilen Brennstoffe und Beschaffenheit der Kote, welche sie liefern.

| Untersuchte fossile Brennma-
terialien. | Dichtig-
keit. | Kote
pr. Gl. | Beschaffenheit
der Kote. | 100 Theile des reinen Brennstoffes
enthaltend | | Auf 1000 Atome
Kohlenstoff | | Auf 1000
Äquivalente von
Wasserstoff. |
|--|-------------------|-----------------|---------------------------------|--|--------------|-------------------------------|--------------------|---|
| | | | | Kohlenst. | Wasserst. | Atome
Kohlenstoff | Atome
Wasserst. | |
| 1. Steinkohle von Eschwege
der bei Altona | 1,3005 | 81,06 | stark und
sehr angetrocknet. | 90,72 | 3,24 | 54 | 437 | 7935 |
| 2. Steinkohle von Essen und
Werdern in Westphalen | 1,2757
1,1652 | 79,09
61,32 | beagl.
beagl. | 88,69
74,53 | 3,21
5,45 | 69
199 | 441
886 | 6386
4448 |
| 3. Kiensteinkohle | 1,2563 | 68,68 | starkend. | 84,99 | 3,23 | 104 | 462 | 4402 |
| 4. Kiensteinkohle zwischen Zechen
oder Schwarzkohle von Gien-
casile | 1,2677 | 66,06 | sehr wenig
brennend. | 82,15 | 3,23 | 146 | 479 | 3554 |
| 5. Kiensteinkohle von Essen
braun | 1,3035 | 88,56 | starkend. | 93,03 | 1,12 | 47 | 145 | 3070 |
| 6. Kiensteinkohle von Essen
harter als No. 2. | 1,2945 | 67,39 | beagl. | 79,59 | 3,22 | 171 | 498 | 2901 |
| 7. Dichte Kiensteinkohle, von
Dresden im Ober-Schlesien. . . | " | 47,89 | starkend. | 64,10 | 5,03 | 363 | 955 | 2620 |
| 8. Kiensteinkohle, von Zwickau
in Oberschlesien. | 1,376 | 88,56 | beagl. | 96,60 | 0,44 | 23 | 55 | 2480 |
| 9. Kiensteinkohle von Essen harte
als No. 6. | 1,2061 | 70,75 | beagl. | 77,89 | 2,57 | 181 | 402 | 2114 |
| 10. Kiensteinkohle in Frankreich
starkend von Limoges am
Rhon. | 1,3099 | 68,72 | beagl. | 76,07 | 2,85 | 209 | 455 | 2171 |

608. Wie diese verschiedenen Elemente in der Steinkohle verbunden vorkommen, ist sehr schwer zu entscheiden. Die obigen Analysen geben uns darüber keinen Aufschluß. Die Steinkohlen sind gewiß aus verschiedenen bestimmten Substanzen gebildet, welche in veränderlichen Verhältnissen gemengt sind. Ich zweifle nicht, daß die Steinkohlen größtentheils aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen bestehen; da aber diese Verbindungen durch die Wärme zersetzt werden können, so sind sie nur durch die Einwirkung zweckmäßiger Auflösungsmittel isolirt darzustellen, wie z. B. durch Terpeninöl oder Bergnaphtha.

Die allgemein verbreitete Ansicht, die man über die Zusammensetzung der Steinkohle hegt, scheint mir durchaus nicht richtig zu seyn. • Man betrachtet sie nämlich als ein Gemenge eines kohlenartigen anthrazitähnlichen Stoffes mit einer bituminösen Masse. Diese Bestandtheile finden sich auch in der That in gewissen Braunkohlenarten, welche beim Destilliren viel Theer und eine bröckliche Kohle zurücklassen, aber nicht so verhält es sich mit den wirklichen Steinkohlen. Die Schmelzbarkeit der Letztern, welche sich durch die vollständig lockere Masse zu erkennen giebt, zeigt deutlich, daß die Kohle keineswegs ein Gemenge ist, sondern eine chemische Verbindung, welche einen wesentlichen Bestandtheil einer sehr schmelzbaren Substanz ausmacht, die in den Steinkohlen vorherrscht.

Man wird sich von der Richtigkeit und Wahrheit dieser Beobachtung überzeugen, wenn man denjenigen Theil der vorstehenden Tabelle vergleichen will, in welchem man das Verhältniß zwischen der Koke und den Elementarbestandtheilen der untersuchten Brennmateriellen angegeben findet.

609. Das hervorstechendste Resultat in dieser Tabelle ist: daß die Steinkohlen um so schmelzbarer sind, je mehr sie Wasserstoff im Verhältniß zum Sauerstoff einschließen. Erster werden wir sehen, daß diese Bemerkung noch allgemeinere Gültigkeit hat, und es ist gerade vielleicht hier der Ort einige Thatsachen aufzuführen, die es beweisen.

Sobald ein organischer Körper höchstens 38 pCt. Kohle enthält und übrigenS aber Sauerstoff und Wasserstoff in dem

zur Wasserbildung erforderlichen Verhältniß, so ist derselbe entweder schmelzbar oder gar zu verflüchtigen; der Zucker, das Gummi und Amiden gehören hieher. Übersteigt der Kohlengehalt 10 pCt., so ist die Substanz nicht nur unschmelzbar, sondern auch schwerer zu verflüchtigen und zwar um so mehr, je größer der Ueberschuß an Wasserstoff ist, zu dessen Umwandlung in Wasser der anwesende Sauerstoff nicht hinreicht. Alle Holztaierarten sind unschmelzbar. Sie bestehen aus Kohlen und Wasser und die Kohle beträgt mehr als 50 pCt.

Die Ole, Harze, Wachs, welche einen Ueberschuß von Wasserstoff enthalten, sind dagegen wieder sehr schmelzbar und oft flüchtig.

Aus diesen Bemerkungen über das Verhältniß des Wasserstoffs zu der absoluten Quantität des Sauerstoffs muß hervorgehen, daß außer dem Sauerstoff, man auch auf den Wasserstoff Rücksicht nehmen muß.

In Bezug auf die Eigenschaften der Materialien ist zu bemerken, daß der Wasserstoff nicht immer in der erwarteten Menge vorhanden sein kann, daß sie sich

in der That einen Ueberschuß von Wasserstoff enthalten, welcher dagegen wieder sehr schmelzbar und oft flüchtig ist.

hervor, daß außer dem Sauerstoff, man auch auf den Wasserstoff Rücksicht nehmen muß.

und analogen Brennstoffen, wenn die absolute Menge des Wasserstoffs 2 pCt. beträgt, man nicht erwarten kann, daß sie sich

610. Sonach hat man von dem Beweis, daß es das Verhältniß zwischen Sauer- und Wasserstoff ist, welches man am meisten berücksichtigen muß. Werden nur einige Zahlen in der Tabelle untersucht, so sieht man wohl, daß die Quantität der Kohlen sehr variiert. Karsten hat keine Steinkohle gefunden, die weniger als 48 pCt. Kohle und mehr als 90 pCt. giebt. Zwischen diesen beiden Grenzen ist kaum eine Zahl zu finden, welche nicht das Produkt an Kohlen aus den verschiedenen Steinkohlen ausdrücken könnte, und daher ist es unmöglich die Kohlenmenge als Mittel zur Klassifikation zu benutzen. Da man aber auffallende Unterschiede in der äußern Form der Kohlen bemerkt, welche man durch Destillation aus den Kohlen gewinnt, so versuchte man die Steinkohlen hiernach in 3 Hauptklassen zu bringen.

1. Steinkohlen, welche die sogenannte Backkohle geben.

2. Steinkohlen, welche die sogenannte Sinterkohle geben.

3. Steinkohlen, welche die sogenannte Sandkohle geben.

Nähe der Stadt Eöln bei Brühl gewinnt. Durch eine weiter vorgerückte Zersetzung werden die Braunkohlen schiefrig und zuweilen glänzend; in diesem Falle kommen sie theils in Begleitung von Schwefelfies vor, und man schiebt sie dann zur Alaunbereitung. Führen sie aber wenig oder kein Schwefelfies, so wendet man sie als Brennmaterial zum Abdampfen, zum Kalkbrennen etc. an.

In Frankreich findet man mehr oder weniger bedeutende Lager davon, in Soissonais, in Laonnais, Depart. de la Somme; zu Montdidier, Depart. de la Somme, zu Saint-Quentin bei Dieppe, zu Ruelle in dem Depart. des Ardennes, zu Pioleno bei Orange und im Departement de l'Ain *).

600. Pechkohle. (*Lignites piciformes*.) Diese nähern sich den eigentlichen Steinkohlen mehr als die vorigen, sie sind glänzend von Farbe; die Structur derselben ist dicht und ein wenig schiefrig; sie haben ein glattes Aussehen, unterscheiden sich aber von den Steinkohlen vorzüglich dadurch, daß sie beim Erhitzen, ohne sich zu blähen, brennen, und daß die rückständigen Kohlen nicht geändert haben. Diese Braunkohlen gleichen den Steinkohlen so sehr, daß Voigt und Brongniart hier die Pechkohle gerechnet haben, welche im hohen Grade die Eigenschaften der besten Steinkohlen besitzt. Die Pechkohlen kommen oft in sehr mächtigen Lagen vor, so daß die Gewinnung sehr leicht wird. Die Gegenden von Marseille, Toulon, Vaucluse und Ruelle (Ardennen) haben dergleichen Lager. Unter den verschiedenen Fundorten derselben nennen wir hier bloß die von Beve, Lausanne, Cassel, den Meißner, Falkenau in Böhmen etc. Überall, wo es nicht ankommt, vorzüglich backende Steinkohlen zu haben, vertritt diese Braunkohle die Stelle der Steinkohlen. *)

*) In Deutschland finden sich die verschiedenen Varietäten dieser Kohle bei Münden, am Habichtswald bei Cassel, bei Helmstedt, Rallensrotheim, Großalmerode, am Werraer, bei Schmiedewitz im Fichtelgebirge. etc. u. s. w.

**) Auf dem Braunkohlenwerk am Habichtswalde bei Cassel sind

601. In dieser Art der Braunkohle kommt die Gagat Kohle (Jayet) vor. Es ist bekannt, daß diese Masse gewonnen wird, um Gegenstände des Luxus und Verzierungen daraus zu verfertigen. Die Gewinnung derselben und die Methoden, welche man anwendet um sie zu schneiden, verdienen eine speciellere Beschreibung.

Man macht verschiedene Verzierungen aus den Gagaten und schneidet sie in mehr oder minder große Körner, denen man verschiedene Formen giebt, und mit Facetten versehen; es werden vorzüglich daraus Ohrringe, Halsbänder, Fingerringe, Kreuze etc. gemacht.

Vorzüglich zu Sainte-Colombe-sur-Loire, Depart. de la Loire ist die Hauptfabrikation dieser Artikel. Jedem wurde sehr lebhaft betrieben. Man verarbeitete daselbst nicht die Pechkohlen aus den dortigen Departement zwischen La Roche und den Bädern von Rennes sondern auch die aus Gruben zu Aragonien. Seit zwanzig Jahren gewinnt man zu diesem Behuf im Innlande keine Kohlen mehr, sondern bezieht sie aus Spanien.

Um Verzierungen aus den Pechkohlen zu machen, bestreicht man damit, sie mittelst eines Messers in kleine Stücke zu schneiden. Man giebt ihnen ungerath die Form, welche sie erhalten sollen; durchbohrt sie nachher an den schönsten Punkten, und schleift sodann, nach Art der Steinmetzen Facetten darauf, mittelst eines horizontal liegenden Schleifsteines, der fortwährend befeuchtet wird.

Die Facetten werden geschliffen, indem man das Korn zwischen die Circumferenz des Schleifsteins hält, welcher gewöhnlich sehr rauh ist; man polirt die Körner, indem man sie gegen den Mittelpunkt des Steins bringt, der gewöhnlich mittelst eines Kieselsteins, den man von Zeit zu Zeit da-

mit dem Abwahlen der Braunkohlen aufgestellt und durch den Katholischen Bergmeister Struppelmann in den Studien des Gotttagischen Bergwerks. 2 Band. 1829. beschrieben worden.

Man erzieht im Durchschnitte aus 100 Kubikfuß holzformiger pechartiger Braunkohle 43.13 Kub. El. abgewalkte Kohlen, die sich als sehr brauchbar bei gewöhnlichen Schmiedearbeiten bewiesen. H. u. G.

rauf abschleift, glatt erhalten wird. Sonach kann der Arbeiter ohne seinen Platz, noch das Werkzeug zu verändern, gleicher Zeit schneiden und poliren. Da die Pechstele gegen den Schleifstein sehr weich ist, so läßt sie sich auflleicht sägonniren. Ein Arbeiter schneidet mit dem M täglich 1500 bis 4000 Stück, je nachdem sie groß sind, dem Größsten; er durchlöchert in derselben Zeit 3 bis 6 Stück, und man kann annehmen, daß in einem Tage 15 Facetten geschliffen werden.

Die aus diesem Material gefertigten Waaren werden selten in Frankreich verkauft. Man führte sie früher in großen Quantitäten nach Deutschland, Afrika, der Türkei, Spanien und die Colonien aus. Dieser Handel ist sehr ins Stocken gerathen.

So waren z. B. die Werkstätten zu Sainte-Colombe vor ungefähr 100 Jahren 250000 Fr. werth und beschäftigten 1000 bis 1200 Arbeiter.

Im Jahr 1806. schätzte man sie auf 50000 Fr. und beschäftigten nur 150 Arbeiter.

Im Jahr 1811. war nur noch eine einzige Mühle mit 7500 Fr. Werth vorhanden, und man beschäftigte nicht mehr als 15 Arbeiter.

Jetzt hat dieser Industriezweig beinahe gänzlich aufgehört und schon seit 1822 wird in den Tabellen über den Gangzölle dieser Artikel nicht mehr benannt.

Die Braunkohlenart, welche sich auf diese Weise bearbeiten läßt, bildet keine besondern Lager; sie findet sich in Knollen und selbst in abgebrochenen Lagen in der Peckkohle und manchmal auch, aber seltener in den Lagen der erdigen und faserigen Braunkohle. Man weiß jedoch nicht, ob dieser Gagat in den verschiedenen Braunkohlenarten ebenfalls verschied vorkommt, oder ob derselbe nur mit einigen von ihnen gleichzeitig entstanden ist.

Genauere Nachrichten über die Gruben des Departement de l'Aude findet man in den Ann. des mines. N. 4. p. 1.

Steinkohlen.

(Houilles.)

Die Braunkohlen sind, geognostisch betrachtet, von andern Steinkohlen wesentlich verschieden, hinsichtlich ihrer chemischen Mischung aber ist der Unterschied gering, wovon man sich überzeugen kann, wenn man genannten Braunkohlenarten mit denjenigen Steinkohlen vergleicht, welche wir hier oben anstellen. Man bringt verschiedenen Steinkohlenarten in 3 Klassen. In kaltem Wasser lösen sie sich gewöhnlich nicht auf, sie werden beim Kalciniren in verschlossenen Gefäßen eine etwas weniger lockere Kohle zurück.

1) Trockene Steinkohle. (Sandkohle, Leisten.) Houille sèche. Sie ist schwarz ins Graue übergehend, im Bruch wenig glänzend; sie ist schwer; sie brennt, ohne sich aufzublähen zu setzen, mit einer blauen Flamme.

Sie Varietät hat mit der pechartigen Braunkohle viel Aehnlichkeit; sie findet sich nie in mächtigen Lagen und jederseits Begleitung der fetten Steinkohle. Sehr oft wird die Braunkohle mit dieser Steinkohle verwechselt.

2) Fette Steinkohle. (Grobkohle, Schiefer, Backkohle.) Houille grasse. Von glänzender Farbe, bisweilen irisirend und im Bruche glänzend; sie ist leichter als die vorige und viel zerbrechlicher; sie entzündet sich sehr leicht und brennt mit einer langen Flamme, die sehr viel Ruß absetzt; beim Verbrennen schwillt sie mehr oder weniger auf und bildet eine breiartige Masse.

Sie findet sich niemals im Kaltgebirg und ist bis jetzt nur in den Steinkohlengebirgen, welche das sogenannte Kohlengebirg bilden, gefunden worden.

3) Dichte Steinkohle. (Kernkohle.) Houille compacte. Wir bringen diese Steinkohlenart als dritte in die dritte Classe. Man kennt ihre Lagerungsart noch zu wenig, als daß man Gewißheit sagen könnte, ob sie gehören nicht zu den Braunkohlen; sie sind von

denselben aber gänzlich verschieden, indem sie sich sehr leicht entzünden und beim Brennen sich aufblähen, und viel Kohlenwasserstoff in reichem Maße liefern, wodurch die weiße Flamme entsteht. Sie läßt sich eben so gut als Gagat poliren und schleifen, sie ist schwarzgrau, man, Bruch ist eben oder muschlich, die Oberfläche eben; sie ist leicht und fest, aber nicht so hart als die Gagatkohle.

Diese Steinkohle findet sich in Lancashire in England und wegen ihrer langen Flamme hat man sie Kerzenkohle (cannel-coal) genannt.

Brongiart rechnet mit Voigt die Kennelkohle zu den Braunkohlen. Man könnte sie übrigens auch Leucht- oder Leucht-Steinkohle nennen, weil sie in England beinahe einzig und allein zur Erzeugung von Leuchtgas verwendet wird. Der Name dicke Steinkohle zeigt übrigens deren Textur an. Man hat daraus Gefäße und mancherlei Zierarbeiten gemacht. Geschnitten und polirt, hat sie eine sehr schöne schwarze Farbe.

Anthrazit (Glanzkohle.)

(Anthracite)

606. Wir haben bereits diesen Körper (441) erwähnt, indem wir von der reinen Kohle handelten. Der Anthrazit scheint wirklich nur Spuren von Wasserstoff und Sauerstoff zu enthalten, und daraus erklärt es sich, daß er unter mineralischen Brennstoffen am schwersten zu brennen ist. Er erzeugt weder Flamme noch Ruß. Er entzündet sich äußerst schwer, und ist er endlich glühend, so erlöscht er bald, auch wenn man ihn sehr starker Zugluft aussetzt. Daher haben ihn die gemeinen Arbeiter auch oft unbrennliche Steinkohle genannt.

Folgende Analysen von Anthraziten sind von H. Cart de Thury.

| Vorkommen. | Kohle. | Kieselerde, Thonerde
und Eisendryd. |
|-------------------------------------|-----------------|--|
| Aus der Nähe von Allemont | 97,25 | 2,75 |
| Venose bei Oisans | 90,25 | 10,75 |
| Laval und Sainte-Agnès | 99,09 | 10,00 |
| Rousses | 84,50 | 15,50 |
| Lischwitz bei Gera | 88,00 | 12,00 |

Die Schwierigkeit, mit welcher der Anthrazit verbrennt, ist ein Haupthinderniß ihn zu ökonomischen Zwecken im gemeinen Leben anzuwenden. Wir werden auf diesen Gegenstand zurückkommen bei der Gewinnung des Eisens. Es ist wohl möglich, daß der Anthrazit noch vollkommen zum Schmelzen des Eisens in Hohöfen wird benutzt werden können, zu andern Anwendungen wird er aber immer untauglich bleiben, wegen der hohen Temperatur, welche er erfordert, ehe er vollkommen verbrennt.

Alles was wir daher über fossile Brennmaterialien sagen werden, hat keinen Bezug auf den Anthrazit.

Zusammensetzung der fossilen Brennmaterialien im Allgemeinen.

607. Vergleicht man die verschiedenen Arten fossiler Brennstoffe mit einander, so findet man zwar, daß sich dieselben im Allgemeinen sehr ähnlich verhalten, allein es existiren nichts desto weniger auch wesentliche Verschiedenheiten zwischen diesen Stoffen. Wir werden zuerst die wesentlichen Bestandtheile der fossilen Brennmaterialien nach den Untersuchungen von Karsten betrachten.

In den Braunkohlen muß man das Uimin als wesentlichen Bestandtheil ansehen; dagegen findet sich in den Steinkohlen, auf welche Art solche übrigens auch entstanden seyn mögen, doch gewiß kein nach bestimmten Proportionen gebildeter Körper vor, welchen man im engern Sinne des Wortes so nennen, und der bei der Klassifikation der verschiedenen bekannten Arten als fester Anhaltspunkt dienen könnte.

Der vegetabilische Faserstoff ist ein nach bestimmten Proportionen zusammengesetzter Körper; dasselbe ist der Fall mit dem Torf und den meisten Braunkohlenarten; aber die Steinkohlen scheinen in dieser Hinsicht eine merkwürdige Ausnahme zu machen; an allen Varietäten derselben erkennt man den Übergang eines nach bestimmten Gesetzen gebildeten Körpers, in einen neuen, nicht ganz vollendeten Aggregatzustand, der gänzlich verschieden von dem Ursprünglichen ist.

Um sich davon zu überzeugen, darf man nur einen Blick auf folgende Tabelle werfen, welche die von Karsten erhaltenen Resultate enthält. Der Aschengehalt findet sich nicht angegeben, sonach sind die Resultate auf aschenfreie Steinkohlen zu beziehen.

Elementarmischung der verschiedenen fossilen Brennstoffe und Beschaffenheit der Roste, welche sie liefern.

| Untersuchte fossile Brennmaterialien. | Dichtigk.
kub. | Roste
pt. Gt. | Beschaffenheit
der Roste. | 100 Theile des reinen Brennmaterials enthalten | | | Auf 1000 Atome Kohlenstoff | | Auf 1000 Sauerstoffatom.
Atome Wasserstoff. |
|---|-------------------|------------------|------------------------------|--|--------------|---------------|----------------------------|-----------------|--|
| | | | | Kohlenst. | Wasserst. | Sauerst. | Atome Sauerst. | Atome Wasserst. | |
| 1. Steinkohle von Eschweiler bei den Rauen | 1,3005 | 81,06 | Wachend und sehr ausgebläht. | 90,22 | 3,24 | 6,54 | 54 | 437 | 7965 |
| 2. Steinkohle von Essen und Werden in Westphalen | 1,2757
1,1632 | 79,69
51,32 | bestgl.
bestgl. | 88,68
74,93 | 3,21
5,45 | 8,11
19,72 | 69
199 | 441
886 | 6356
4444 |
| 3. Rennelfohle | 1,2553 | 69,69 | Wachend. | 84,99 | 3,23 | 11,78 | 104 | 462 | 4402 |
| 4. Glaserkohle zwischen Vecher oder Schwaneckkohle von Vremcastle | 1,2077 | 66,05 | Ein wenig wachend. | 821,5 | 3,23 | 14,62 | 146 | 479 | 3654 |
| 5. Schieferkohle in Pechkohle übergehend, von Saarbrücken | 1,3005 | 88,56 | Erstarrt. | 93,03 | 1,12 | 5,85 | 47 | 145 | 3070 |
| 6. Schieferkohle von Essen harte a. d. Stro. 2. | 1,2946 | 67,39 | bestgl. | 79,59 | 3,22 | 17,89 | 171 | 498 | 2901 |
| 7. Dichte Schieferkohle, von Genzhen in Oberthüringen. . . | " | 47,88 | Pulverig. | 64,10 | 5,03 | 30,87 | 363 | 955 | 2620 |
| 8. Kokirs Holz in Braunfohlen übergehend, von Brühl bei Co. n. | 1,376 | 88,56 | bestgl. | 96,50 | 0,44 | 11,96 | 23 | 65 | 2400 |
| 9. Steinkohle von Essen harte als Stro. 6. | 1,2081 | 70,75 | bestgl. | 77,88 | 2,57 | 19,55 | 181 | 402 | 2114 |
| 10. Graatkohle in Pechkohle übergehend von Kitzeller am Rhein. | 1,3093 | 58,72 | bestgl. | 76,07 | 2,55 | 21,09 | 209 | 455 | 2171 |
| 11. Schieferkohle von Braunsowig in Oberthüringen. | | | | | | | | | |

608. Wie diese verschiedenen Elemente in der Steinkohle verbunden vorkommen, ist sehr schwer zu entscheiden. Die obigen Analysen geben uns darüber keinen Aufschluß. Die Steinkohlen sind gewiß aus verschiedenen bestimmten Substanzen gebildet, welche in veränderlichen Verhältnissen gemengt sind. Ich zweifle nicht, daß die Steinkohlen größtentheils aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen bestehen; da aber diese Verbindungen durch die Wärme zerlegt werden können, so sind sie nur durch die Einwirkung zweckmäßiger Auflösungsmittel isolirt darzustellen, wie z. B. durch Terpentinöl oder Bergnaphtha.

Die allgemein verbreitete Ansicht, die man über die Zusammensetzung der Steinkohle hegt, scheint mir durchaus nicht richtig zu seyn. Man betrachtet sie nämlich als ein Gemenge eines kohlenartigen anthrazitähnlichen Stoffes mit einer bituminösen Masse. Diese Bestandtheile finden sich auch in der That in gewissen Braunkohlenarten, welche beim Destilliren viel Theer und eine bröckliche Kohle zurücklassen, aber nicht so verhält es sich mit den wirklichen Steinkohlen. Die Schmelzbarkeit der Klytern, welche sich durch die vollständig lockere Masse zu erkennen giebt, zeigt deutlich, daß die Kohle keineswegs ein Gemenge ist, sondern eine chemische Verbindung, welche einen wesentlichen Bestandtheil einer sehr schmelzbaren Substanz ausmacht, die in den Steinkohlen vorherrscht.

Man wird sich von der Richtigkeit und Wahrheit dieser Beobachtung überzeugen, wenn man denjenigen Theil der vorstehenden Tabelle vergleichen will, in welchem man das Verhältniß zwischen der Koke und den Elementarbestandtheilen der untersuchten Brennmaterien angegeben findet.

609. Das hervorstechendste Resultat in dieser Tabelle ist: daß die Steinkohlen um so schmelzbarer sind, je mehr sie Wasserstoff im Verhältniß zum Sauerstoff einschließen. Erster werden wir sehen, daß diese Bemerkung noch allgemeinere Gültigkeit hat, und es ist gerade vielleicht hier der Ort einige Thatsachen anzuführen, die es beweisen.

Sobald ein organischer Körper höchstens 30 pCt. Kohle enthält und übrigenS aber Sauerstoff und Wasserstoff in dem

zur Wasserbildung erforderlichen Verhältniß, so ist derselbe entweder schmelzbar oder gar zu verflüchtigen; der Zucker, das Gummi und Amiden gehören hieher. Übersteigt der Kohlengehalt 10 pCt., so ist die Substanz nicht nur unschmelzbar, sondern auch schwerer zu verflüchtigen und zwar um so mehr, je größer der Überschuß an Wasserstoff ist, zu dessen Umwandlung in Wasser der anwesende Sauerstoff nicht hinreicht. Alle Holztaierarten sind unschmelzbar. Sie bestehen aus Kohlen und Wasser und die Kohle beträgt mehr als 50 pCt.

Die Ole, Harze, Wachs etc. welche einen Überschuß von Wasserstoff enthalten und oft flüchtig sind, enthalten.

Aus diesen Bemerkungen über das Verhältniß des Wasserstoffs zu der absoluten Quantität des Kohlenstoffs muß.

In Bezug auf die fossilen Brennstoffe ist zu bemerken, daß der Wasserstoff nicht nur in der absoluten Quantität, sondern auch in der Art, in welcher er vorhanden ist, sehr verschieden ist.

610. Sonach hat man das Verhältniß zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff zu berücksichtigen. In der Tabelle untersucht, so findet man, daß die Kohlen sehr variiren. Man hat Kohlen gefunden, die weniger als 48 pCt. Kohle und mehr als 90 pCt. giebt. Zwischen diesen beiden Grenzen ist kaum eine Zahl zu finden, welche nicht das Produkt an Kohlen aus den verschiedenen Steinkohlen ausdrücken könnte, und daher ist es unmöglich die Kohlenmenge als Mittel zur Klassifikation zu benutzen. Da man aber die Kohlen nach der äußern Form der Kohlen durch Destillation aus den verschiedenen Steinkohlen hierin

hervor, daß außer dem Sauerstoff, man auch auf Kohlenstoff Rücksicht nehmen muß.

hervor, daß außer dem Sauerstoff, man auch auf Kohlenstoff Rücksicht nehmen muß.

und analogen Brennstoffen, wenn die absolute Menge des Kohlenstoffs 2 pCt. beträgt, man nicht erwarten kann, daß sie sich

a Beweis, daß es das Verhältniß zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff ist, welches man am besten nur einige Zahlen in der Tabelle annehmen kann, daß die Quantität der Kohlen sehr variiren. Karsten hat keine Steinkohlen gefunden, die weniger als 48 pCt. Kohle und mehr als 90 pCt. giebt. Zwischen diesen beiden Grenzen ist kaum eine Zahl zu finden, welche nicht das Produkt an Kohlen aus den verschiedenen Steinkohlen ausdrücken könnte, und daher ist es unmöglich die Kohlenmenge als Mittel zur Klassifikation zu benutzen. Da man aber die Kohlen nach der äußern Form der Kohlen durch Destillation aus den verschiedenen Steinkohlen hierin

1. Steinkohlen, welche die sogenannte Backkohle geben.

2. — — — — — Sinterkohle —

3. — — — — — Sandkohle —

In diesen drei Klassen hängt, wie man sich auch aus der Tabelle überzeugen kann, die Beschaffenheit der Koke mit dem Verhältniß zwischen Sauer- und Wasserstoff in der Steinkohle zusammen, so daß man folgende Regeln feststellen kann:

1. Eine Steinkohle, die Backkoke giebt und folglich sehr leicht flüssig ist, muß wenigstens 3 pCt. Wasserstoff und so viel Sauerstoff enthalten, daß die Hälfte des Wasserstoffs in Wasser verwandelt wird.

2. Die Steinkohle, welche die Sinterkoke liefert, und folglich strengflüssiger ist, kann sehr abweichende Quantitäten Wasserstoff enthalten; wenn aber das Verhältniß 14 pCt. übersteigt, muß so viel Sauerstoff vorhanden seyn, daß wenigstens $\frac{1}{2}$ des Wasserstoffs in Wasser verwandelt werden kann.

3. Finden sich endlich Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß um Wasser zu bilden, so ist die Steinkohle nicht schmelzbar und die Koke bröcklich. (Sandkoke.)

Man hat schon längst auf Hüttenwerken und Fabriken die Steinkohlen, welche sich nicht aufblähen von den sich aufblähenden unterschieden. Beide Brennmaterialien verhalten sich verschieden. Die Praktiker haben sehr bald den großen Einfluß, welcher aus dieser Eigenschaft entspringt, bemerkt, indem die eine Sorte nicht durch die andere vertreten werden kann. Sonst glaubte man, daß die Steinkohlen, welche sich aufblähen, weniger Kohle als die andern enthielten; obige Tabelle widerlegt diese Ansicht und zeigt, daß gewisse Steinkohlen nur ohngefähr 50 pCt. gesinterte oder bröckliche Koke halten, während die Steinkohlen, aus denen man Backkoke erhält, selten so wenig liefern und oft 80 pCt. lockere und aufgeblähte Koke geben.

611. Man muß daher nicht bloß auf die Beschaffenheit der Koke sehen, sondern auch die Menge berücksichtigen, um von obigen Analysen nützliche Anwendung zu machen.

Die Steinkohlen der ersten Art sind einzig und allein zur Leuchtgasfabrikation anwendbar; sie eignen sich um so mehr dazu, als die absolute Quantität des Wasserstoffs größer

ist, und die Kennelkohle ist daher unter den untersuchten, die beste für diesen Zweck.

Die Kohlen der zweiten Klasse eignen sich sehr schlecht zur Gaserzeugung, eben so ist es mit denen der dritten Klasse.

612. In Bezug aufs Heizen muß man mehrere Fälle unterscheiden. Oft verlangt man eine sehr starke und schnelle Hitze, in diesem Falle sind die Schmiedekohlen am besten, welche man anwendet, um dem Eisen die Schweißhitze zu geben. Sie können nicht zur dritten Klasse gehören, und zwar um so weniger, wenn ihr Kohlengehalt sehr beträchtlich ist. Die der zweiten und ersten Klasse sind besser. Die besten sind die, welche das Mittel zwischen beiden halten, sie geben hinlängliche Hitze, um das Eisen bis auf den gewünschten Punkt zu erweichen, und es in dieser Wärme zu erhalten; auch erweichen sie sich selbst so sehr, daß sie ein zweckmäßiges Gewölbe bilden. Überhaupt ist diejenige Steinkohle die beste Schmiedekohle, welche viel Kohlenstoff enthält, ohne große Flamme brennt, so daß der erzeugte Warmerfect im Augenblick des Verbrennens selbst entsteht, und lockere oder Backkohle zuzuläßt.

Sobald man mit Flamme heizen will, ist es klar, daß Backkohlen am geeignetsten sind, dann folgen Einterkohlen, und hinten an stehen die mageren oder Sandkohlen. In jeder dieser Klassen sind die kohlenstoffärmsten Steinkohlen die besten, so daß Sandkohle mit sehr viel Kohlengehalt unbrauchbar oder wenigstens die schlechteste unter allen seyn wird. Im entgegengesetzten Falle tritt die umgekehrte Ordnung ein.

613. In Bezug auf die Quantität Wärme, welche die Steinkohle entwickelt, glaubt man im Allgemeinen, daß sie gleich ist der, welche Kohle und Wasserstoff entwickeln, die in Beziehung auf den Sauerstoff im Ueberschuß vorhanden sind. Hieraus folgt, daß man folgende Ordnung annehmen kann:

| | |
|---|------------------------------------|
| Steinkohle, welche aufgeblähte Koke geben | (Backkohle) sehr wasserstoffreich. |
| — — — — — | (Backkohle) sehr kohlenstoffreich. |
| Einterkohle | sehr kohlenstoffreich. |

| | |
|----------------------|------------------------|
| Sandkohle, | sehr kohlenstoffreich. |
| Einkohle | arm an Kohlenstoff. |
| Sandkohle, | desgl. |

Der Rechnung nach giebt eine Steinkohle mittlerer Qualität, ähnlich der in No. 4. und No. 5. der Tabelle, genug Wärme, um ungefähr das 60fache ihres Gewichts Wasser von 0° auf 100° zu erheben.

Der Rechnung nach J. B. erhöht

| Kil. | Kil. Wasser. |
|---|---|
| 0,74 Kohlenstoff die Temperatur von 58,4 von 0 auf 100° | |
| 0,01 Wasserstoff — — — | 2,5 desgl. |
| 0,13 Sauerstoff und Wasserstoff in
dem Verhältniß um Wasser
zu bilden | 0,0 |
| 0,12 Asche | 0,0 |
| 1 Kilog. Steinkohle erhöht sonach | 60,7 Kilogr. Wasser von
0° auf 100°. |

Durch Versuche ergiebt sich dasselbe Resultat; denn gewöhnlich sind 1,7 Kilog. sehr trocknes Holz nöthig, um 1 Kilog. ordin. Steinkohle zu ersetzen; woraus man sieht, daß, wenn 1 Kilog. Holz 35 Kilogr. Wasser von 0 auf 100° erhebt, so wird $1,7 \times 35 = 59,5$ die einem Kilogramm Steinkohlen entsprechende Menge Wassers seyn, was mit der obigen Rechnung übereinstimmt.

Das Verhältniß wird übrigens noch auf eine andere Weise bestätigt. Man findet nämlich in der Praxis, daß 1 Thl. Steinkohle = ist 2,3 lufttrocknen Holzes. Nun enthält dieses Holz aber 25 pCt. freies Wasser, weshalb es nicht mehr als 26 Kilog. Wasser von 0° erhebt, woraus für die Steinkohle der Werth von $2,3 \times 26 = 59,8$ folgt, welches ebenfalls mit obiger Rechnung übereinstimmt.

Ueberdies hat Hassenfranz über denselben Gegenstand direkte Versuche gemacht, wornach 1 Thl. Steinkohle 57,4 bis 71,5 Thl. Wasser von 0 auf 100° erhebt. Diese Verschiedenheiten hängen von dem Verhältniß der Grundbestandtheile und dem der Asche ab.

614. Es ist erwiesen, daß man auf die beste Weise die Qualität einer Steinkohle beurtheilen kann, indem man

nach Versuche die Größe ihres Brenneffects bestimmt. Diese Versuche müssen aber vorsichtig angestellt werden, damit die Verbrennung vollkommen geschieht, der Zug lebhaft ist und die Luft im Uebermaaß in den Feuerungsraum geführt wird.

Auch in dieser Hinsicht kann man die obige Tabelle vergleichen. Es giebt Steinkohlen, die brauchbar sind, aber die nur schwer entzündet, dieses ist z. B. mit den Sinterkohlen und noch mehr mit den Sandkohlen der Fall, vorzüglich wenn sie viel Kohlenstoff enthalten. Um eine solche Kohle zu untersuchen, muß man das Feuer mit einer leicht entzündlichen Kohle anzumachen, und dann nachlegen, wenn das Feuer lebhaft brennt. Ist dann man jedoch solche Steinkohlen nicht gebrauchen, erhält aber gute Resultate, wenn man sie mit fetten Steinkohlen mischt, die das Verbrennen fördern.

Anderseits geben die harten Steinkohlen, wenn man sie auf einem sehr engen Rost unter Umständen, die den Zug verschlechtern, verbrennen; eine sehr geringe Hitze ihres teigigen Zustandes wegen, wodurch die Zugöffnungen verstopft werden, und das Verbrennen unvollkommen geschieht. Unter solchen Umständen muß man diese Steinkohlen mit Sinter- und Sandkohlen vermischen.

Endlich fließen zu Anfang des Brennens die backenden Steinkohlen zusammen, reißen auf, indem sie fortbrennen, so daß es aussieht wie sehr fein zertheilte Stücke, während andere Steinkohlen diese Eigenschaft nicht besitzen. Dieser Umstand zeigt, daß die Art der Zertheilung auf die Anwendung bei den ersten keinen Einfluß hat, dagegen aber für die andern sehr wichtig ist.

Letztere würden in zu groben Stücken sehr langsam brennen, und in klaren Stücken größtentheils durch den Rost fallen, weil die Stücke nicht wieder zusammenfließen durch die erste Einwirkung der Hitze.

615. Bis jetzt haben wir die Asche ganz unbeachtet gelassen, doch ist es nöthig darüber auch einige Worte zu sagen.

Die Asche ist so abweichend, daß man sie bestimmen kann, da überhaupt die

Steinkohlen auch eine zu wenig homogene Masse sind. Bei Verbrennen der Steinkohlen im Großen findet man, daß der Rückstand von 10 zu 20 pCt. abweicht. Es ist dieses ein sehr wichtiger Punkt wegen Beurtheilung der Steinkohlen. Der Art der Asche bleibt sich größtentheils gleich. Man findet Kieselerde, Alaunerde, Talkerde, Eisenoxyd, Manganoxyd und Gyps in abweichenden Verhältnissen darin. Diese Zusammensetzung nähert sich der der Frischschlacken, und erklärt, warum die Steinkohlenasche in Gestalt halbgeschmolzener Schlacken, unter dem Namen mache fer (Hammer-schlacken) bekannt, erscheint. Karsten hat ebenfalls mehrere Steinkohlenaschen untersucht, und darin Iod, Phosphorsäure, Chromoxyd, und Salzsäure vergeblich gesucht. Verdankten die Steinkohlen ihre Entstehung Überresten von Seepflanzen, so müßte sich Iod und Salzsäure vorfinden. Phosphorsäure müßte vorhanden seyn, wenn die Steinkohlen aus Vegetabilien des Festlandes entstanden wären; und was Chromoxyd betrifft, so sieht man nicht wohl ein, warum sich dasselbe darin finden sollte.

616. Oft kommen in den Steinkohlen auch zufällige Bestandtheile in den Klüften derselben vor, wie z. B. Schwefelkies, kohlensaures Eisen, Kalkspath, Dolomit, Bleiglanz, Blende, Eisenoxyd, Gyps und Thon. Unter den genannten Substanzen, findet man aber am häufigsten Schwefelkies, und dessen Gegenwart äußert einen großen Einfluß auf die Anwendung der Steinkohle, denn im Augenblick der Verbrennung verwandelt sich derselbe natürlich in schwefelichte Säure und Eisenoxyd, wenn nämlich die Verbrennung vollständig geschieht. Diese Säure, obgleich sie sich zum größten Theil in der Luft verflüchtigt, kann in vielen Fällen schädlich seyn. Man kann nur diesem Umstand den nachtheiligen Einfluß der Steinkohle bei einigen Operationen z. B. bei Bereitung des Garmins etc. zuschreiben. Destillirt man diese Steinkohlen, so bildet der Schwefel, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff, welche Körper dem Gase schädliche Eigenschaften mittheilen. (S. Gasbeleuchtung.)

617. Die Gegenwart von Schwefelkies kann noch andere Zufälle herbeiführen. Kommt diese Schwefelverbindung

ch mit feuchter Luft in Berührung, so verwandelt sie sich in eine schwefelsaure Verbindung, wobei, wenn die Massen voluminös sind, die Einwirkung so lebhaft seyn kann, daß die Temperatur bis zur Rothglühhitze erhebt. Die Kohlen fangen dann Feuer und veranlassen mehr oder weniger starke Feuererbrünste, wie dieß in einigen Gruben der Fall war. Dasselbe findet auch statt, wenn die Kohlen in großen Massen in Magazinen aufbewahrt liegen und wenn sie feucht eingebracht wurden; bemerkt man zeitig, so kann der Brand verhindert werden, wenn die Steinkohlen umschauelt bis sie auslöschten. Findet Entzündung in der Grube statt und die Art der Arbeit ist es nicht, sie ersaufen zu lassen, so ist es sehr schwer Feuer auszulöschen. Eine Menge Klüfte in der Erdoberfläche führen Luft zu, andere dienen als Zugessen, und Verlauf von einigen Tagen ist es oft wegen der erhöhten Temperatur, oder bösen Wetter (Kohlensäure) unmöglich zu arbeiten. Man begreift leicht, daß dieser langweilige greifende Brand mehrere Jahrhunderte währen kann wenn die Lager mächtig und die Zugöffnungen klein

518. Ein merkwürdiges Phänomen in einer Brennengrube, findet $\frac{1}{2}$ Stunde von St. Etienne statt; es ist nämlich daselbst Salmiak. Beim Destilliren der Kohle erhält man jederzeit Ammoniak, es ist deshalb Gegenwart in ähnlichen Fällen leicht einzusehen; dieß aber mit der Salzsäure nicht der Fall, denn wir suchen vergeblich diese Säure in den verschiedenen Steinkohlen vergeblich suchte. Indeß kann man annehmen, daß Ammoniak Salzsäure von den in der Nähe vorkommenden irden Erdsalzen entnommen hat, indem die Wasser, die täglich in jener Gegend ausschweigen, stets Spuren von Ammoniak zu erkennen geben.

Wie dem auch sey, seit dem Brande entweicht daselbst neben den übrigen Verbrennungsprodukten Salmiak in Dampfen. Dieses Salz kondensirt sich an den benachbarten Kaminen und Krystallen, welche jedoch vom Regen zerstört und weggeschwungen werden. Es würde nicht schwer seyn, dieses

len sind.

619. Die Steinkohle ist nicht hygrometrische von Karsten zeigen, daß verschiedene, wenn man sie lange Zeit der Luft und Temperatur von 100° aussetzt, höchstens 2 bis 3 Gewichtsprocenten. Vielleicht ist selbst diese Quantität noch gewöhnliche Steinkohlen darf man wohl nicht annehmen. Wenn man die Steinkohle anfeuchtet und das Wasser nachher wieder abtropfen läßt, so findet man, daß sie an Gewicht und an Volumen zunimmt. Ueber die eine oder andere dieser Wirkungen mehr. Steinkohle ist porös; die geringste Gewichts Zunahme beträgt 10 pCt; die stärkste steigt bis zu 60 pCt. Hierbei übrigens voraus, daß die Steinkohle lange Zeit abtropfte. Ob dergleichen feuchte Kohle eingetauchen bewirkten Wasserverschluß behalten, bewiesen. Die Zunahme des Volumens ist sehr ungleich und variiert von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$. Man muß sich daher bei der dadurch veranlaßt werden kann, sehr hüten, die Steinkohlen nach dem Gewicht oder dem Volumen zu kaufen. (Annal. des mines. N. 65. p. 412.)

620. Wir haben gesehen, daß die Dichtigkeit der Steinkohle von 1,20 bis 1,23 abweicht, und selbst von 1,40. Dieses ist die Ursache, daß ein gegebenes Kohlen bald mehr bald weniger wiegt; außerdem aber auch die leeren Räume beim Messen eine

Folgendes ist das Gewicht eines Hektoliter Steinkoh-
gestrichen gemessen nach Art der Kohlenhändler, für
ge französische Steinkohlen.

| | |
|--|---------|
| Steinkohlen von der Grube Labarthe | 18 Kil. |
| — — — — — Auvergne de Blanzay | 87 — |
| — — — — — Combelle | 86 — |
| — — — — — Lataupe | 85 — |
| — — — — — St. Etienne | 84 — |
| — — — — — St. Decise | 83 — |
| — — — — — Creusot | 79 — |

Der gehäufte Hektoliter 1 ha = 100 Kilog.
Eine Fuhre (voie) Stein gestrichene Hek-
ter oder 12 gehäufte Hektol n.
621. Man gewinnt in denen Ländern Steins-
len. teinkohlen in unge-
England und Schottland erlande, und dann
ren Massen, hierauf kommt der Erde ist im
gt Frankreich. In den and inung nur unbedeus-
rhätniß zu den genannten welche die Quan-
d. Ubrigens folgt hier ein ten Ländern gewinnt,
lt, die man jährlich in den zeigt.

| Länder. | Metr. Zentner. | Werth auf der Grube. |
|---|----------------|----------------------|
| England | 75,000000 | 90,000000 Fr. |
| Niederlande und die preussischen Rheinprovinzen | 31,000000 | 37,000000 — |
| Frankreich | 10,000000 | 12,000000 — |
| Sachsen *) | 3,000000 | 3,600000 — |
| Schlesien *) | 3,000000 | 3,600000 — |
| Preussische Rheinprovinzen und die kleinern deutschen Staaten | 1,500000 | 1,800000 — |
| Polen | 600000 | 720000 — |
| Österreich | 340000 | 400000 — |
| Ungarn | 160000 | 192000 — |
| | 124,600000 | 149 312000 Fr. |

*) Monarchie wurden im Jahr 1826, 25,857,310 Ctr. pr. Ge-
brach. M. M. E.

Es liegt außer unserm Plan, genauer die Lagerverhältnisse und die Gewinnung der Steinkohlen zu besprechen. Unter den zahlreichen Werken, die wir in dieser Hinsicht zum Nachschlagen anrathen könnten, begnügen wir den vorzüglichen Artikel Steinkohle zu empfehlen, wozu Bonnard das neue Dictionnaire d'histoire naturelle Deterville bereichert hat.



Capitel V.

Von den verkohlten Steinkohlen oder der Koke.

Der Überfluß an Steinkohlen in England hat daselbst schon seit langer Zeit auf Mittel geführt; dieselben zum Schmelzen der Eisensteine anwendbar zu machen. Dasjenige Mittel, was nun allgemein zu diesem Zwecke angewendet wird, besteht in der trocknen Destillation, wodurch der Stein- kohle der größte Theil ihres Wasserstoff- und Sauerstoffgehalts entzogen wird. Der bei dieser Arbeit sich ergebende Rückstand ist eine wirkliche Koke und unter dem Namen Koke bekannt.

Die Koke sind bisweilen bröcklicht (sandig), bisweilen kammengesintert, oft auch zusammengebacken in lockere ziemlich große Stücken. Die zwei ersten Arten der Koke nehmen weniger Raum ein als die Steinkohlen, woraus sie dargestellt werden, hingegen die letzten oder Backkoke nehmen an Raum zu, und zwar um so mehr, je mehr sie aufgebläht sind.

Die bröckliche oder sandige Koke und Einterkoke sind schwarz, wenig glänzend, mehr oder weniger zerbrechlich, stets sehr dicht und brennen ziemlich schwer. Das Pulver der Backkoke ist ebenfalls schwarz, aber in Stücken sind sie graulich glänzend; sie sind mehr oder weniger leicht zerbrechlich, und besitzen gegen Steinkohle oder die andern Koke geringeres spezifisches Gewicht; sie entzündeten sich ziemlich leicht und brennen ruhig bis zur vollkommenen Zerstörung des sämmtlichen Kohlenstoffgehalts.

623. Jederzeit brennen diese verschiedenen Kohlen nur in großen Massen; brennensß übrigens ohne Flamme, geben sie eine viel höhere Temperatur, und da sie viel härter als gewöhnliche Holzkohlen sind, so hält die Hitze viel

mehr nach. Aus diesem Grunde werden die Koke mit so gutem Erfolg in den Eishütten angewendet, und beim Schmelzen in Schachtofen. Andern Seits ist die strahlende Kraft der glühenden Koke viel größer, als die anderer Brennmaterialien, woraus sich der Vorzug derselben zu Kaminfeuerungen ergibt.

Daß man die Koke den Steinkohlen zum häuslichen Gebrauche vorzieht, beruht auf manchen Unnehmlichkeiten in Erstem; die Steinkohlen nämlich geben bekanntlich eine rauchende Flamme, die widrig riecht und in Wohnungen sehr unangenehm ist. Die Koke im Gegentheil, brennt ohne Flamme und Rauch, verbreitet keinen unangenehmen Geruch und hat alle Vorzüge der Holzkohe; nur daß sie schwerer entzündet.

624. Fordert auch diese oberflächliche Betrachtung nicht auf, diesen Gegenstand weiter auszudehnen, so müssen wir hier doch die Vereitung der Koke etwas specieller verfolgen, vorzüglich in Bezug auf das Eishüttenwesen.

Bei dem Zugutmachen der Eiserneze kann man die Steinkohlen im natürlichen Zustande nicht anwenden, weil sie entweder, indem sie der Wirkung des Feuers ausgesetzt ist, schmilzt, und im Hohofen eine teigige Masse bildet, durch welche die Geblaselust kaum würde dringen können; oder wegen ihres Gehalts an Schwefelkies, wodurch ein greselles Roheisen erzeugt wurde, aus welchem sich ein rothbruchiges Stabeisen darstellen läßt. Die Hauptursache der Umwandlung der Steinkohle in Koke ist also, diesem Brennmaterial die Eigenschaft, im Feuer zusammen zu schmelzen, zu benehmen und den größten Theil des darin enthaltenen Schwefels zu entfernen. Es unterliegt hierbei aber kein Zweifel, daß, wenn durch diese Umwandlung die erste Bedingung erfüllt wurde, der zweiten noch nicht Genüge geleistet worden ist. Der Schwefelkies nämlich geht während der Verkohlungs in Andernthalb-Schwefeleisen über, wobei er die Hälfte oder ein Viertel seines Schwefelgehalts verliert, der Rest kann sonach auf das Roheisen während der Arbeit im Hohofen wirken, und denselben Einfluß äußern, den wir vom unzersehten Schwefelkies fürchten.

Es scheint als sey die Furcht, daß die Gegenwart von Schwefel in der Koke auf die Eigenschaften des Eisens Einfluß habe, übertrieben; es ist aber klar, daß, wenn man eine schwefelfreie Koke haben will, man schwefelfreie Steinkohle anwenden muß. Ubrigens wissen wir schon, daß die Arbeit des Verkohlens nicht bloß Entschwefelung der Steinkohlen zum Zweck hat, sondern daß ein noch größerer Vortheil der ist, daß die Koke nicht wie die Steinkohlen zusammenschmelzen.

625. Der Koke Verbrauch in den Eishütten ist so groß, und die physischen Eigenschaften dieser Substanz hat so viel Einfluß auf die Hobofenarbeit, daß man verschiedene Mittel aufgesucht hat, das Verkohlen der Steinkohle leicht, sicher und schnell zu bewirken, selbst wenn man mit großen Massen arbeitet. Die Koke müssen übrigens hierdurch auch diejenigen physischen Eigenschaften erhalten, die sie zur Anwendung in Eishütten geeignet machen.

Man kann sämtliche Verkohlungsmethoden, auf drei reduciren.

Die erste, womit wir uns hier nicht ausführlicher beschäftigen werden, ist die Destillation in gußeisernen Retorten. Man wendet sie an, wenn man das zur Beleuchtung bestimmte Gas auffangen will. Diese Methode, welche sich nur in großen Städten oder einzelnen großen Fabriken mit Vortheil ausführen läßt, giebt eine zu theure und auch zu poröse Koke für Eishütten. Man verkauft sie größtentheils für den häuslichen Gebrauch.

Wir werden auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen bei dem Artikel Gasbeleuchtung.

Die zweite Methode nähert sich sehr der gewöhnlichen Verkohlungs Methode des Holzes in Weisern. Sie wurde gleich bei der ersten Anwendung der Koke in Eishütten von den Engländern eingeführt. Später 1772 kam sie durch Lavoisier nach Frankreich, der darin viel, aber ohne besondern Erfolg arbeitete. Die Eisenwerks-Besitzer lernten sie nicht genau kennen.

Die dritte Methode besteht in der Anwendung verschiedener Eisen, welche die Beschleunigung des Verkohlungs-

prozesses und ein größeres Ausbringen zum Zweck haben, übrigens aber nur für große Massen anwendbar sind.

626. Es ist zum Verstehen der verschiedenen Verkohlungsmethoden nöthig, hier zuvor im Allgemeinen über die Destillation der Steinkohlen in verschlossenen Gefäßen zu sprechen.

Bei der Destillation geben die Steinkohlen einen kohlgigen Rückstand oder Koke, ammoniakalisches Wasser, Aether und Gas, welches aus mehr oder weniger gekohltem Wasserstoffgas aus Kohlenoxydgas, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und dampfförmigem Schwefelkohlenstoff besteht. Bei dem gewöhnlichen Abdestilliren der Steinkohlen benutzt man diese Gase zur Erleuchtung, bei den andern Verkohlungsmethoden verbrennen sie sogleich bei der Entwicklung und erhöhen die Temperatur der Masse, wodurch ein Theil Koke erspart wird.

Die Produkte der Destillation weichen nach der Art der Steinkohlen und der Koke ab. Ist die Steinkohle kohlenstoffreich, so bildet sich ein dickeres Öl; der entgegengesetzte Fall tritt bei kohlenstoffarmen Steinkohlen ein. Die Steinkohlen enthalten Spuren von Ammoniak, welches man schon mehrmals zu benutzen versucht hat, aber immer ohne sonderlichen Erfolg.

Die kohlenstoffarme Sandkohle enthält übrigens Spuren von Essigsäure; sie giebt jederzeit im Verhältniß zu Öl, viel mehr Wasser als die Sinterkohle, und letztere giebt wieder mehr Wasser als die Backkohlen. Die Gasmenge steht im umgekehrten Verhältniß zum Kohlenstoffgehalt; die Braunkohlen geben übrigens jederzeit mehr Gase als die Steinkohlen; aber in den Steinkohlen sind die Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Kohlenstoff vorwaltender und kohlenstoffreicher, weshalb diese Gase zur Beleuchtung vorzuziehen sind. Je mehr sich die Steinkohlen ausblähen, desto mehr herrscht der Kohlenwasserstoff in dem Gasgemisch vor. Der Schwefelwasserstoff bildet sich nur, wenn die Steinkohle Schwefelkies enthält, und dieses ist beinahe immer der Fall.

Sind die Steinkohlen der dritten und zweiten Klasse arm an Kohlenstoff, so werden sie schon unter der Rothglut

hitz zersezt, und nur in niedriger Temperatur geht die Zersetzung langsam von Statten. Die übrigen Substanzen entwickeln sich bloß bei der anfangenden Rothglühhitz. Alle Steinkohlen erfordern eine niedrige Rothglühhitz bei der beginnenden Zersetzung, und eine lebhaftere Rothglühhitz, um diese zu vollenden. Es giebt keine Steinkohle, welche durch die Destillation außer Öl und Gas nicht auch Wasser entwickelt.

627. Bei den Steinkohlen, so wie bei den Holzarten, ist die Menge der darstellbaren Koke verschieden, je nachdem man schnell oder langsam verkohlt; dieser Unterschied ist um so größer, je weniger die Steinkohlen Kohlenstoff enthalten; doch steigt dieser Unterschied nach den Untersuchungen von Karsten nicht über 6 pCt. und bei den sehr kohlenstoffreichen Backkohlen beträgt er selten mehr als 4 pCt., sonach verdient dieser Punkt weniger Beachtung. Anders verhält es sich jedoch mit einer zweiten für die Anwendung wichtigen Eigenschaft.

Eine schwache und langsam bis zur Rothgluth verstärkte Hitz, vermindert bei der Steinkohle die Eigenschaft, zusammengebackene oder aufgeblähte Koke zu geben. Steinkohlen, welche beim Anzünden sich als Sinterkohlen charakterisiren, können durch eine langsame Verkohlungs-methode Sandkoke erzeugen, vorzüglich bemerkt man dieß bei denjenigen Steinkohlen, welche den Übergang von einer Klasse zur andern bilden. Sonach wurde eine schwach backende Steinkohle, durch eine langsame Hitz eine weniger lockere, minder aufgeblähte und schwerere Masse liefern, als wenn man schnelle Rothglühhitz gegeben hätte; man erhält sonach zusammengeinterte Koke. Diese Bemerkung hat Einfluß auf die Wahl der Verkohlungs-methoden, die wir nun beschreiben wollen.

628. Verkoken in Meilern. Um in Meilern die Steinkohlen zu verkohlen, oder sie in Koke zu verwandeln, muß man sie in Stücke von 3 bis 4 Kubitzoll zerschlagen, davon dann auf einer horizontalen Ebene, einen konischen Hügel von 4 zu 5 Meter im Durchmesser und 70 bis 75 Centimeter Höhe errichten; diese Dimensionen eignen sich am

prozeßes und ein größeres Ausbringen zum Zweck haben, übrigens aber nur für große Massen anwendbar sind.

626. Es ist zum Verstehen der verschiedenen Verkohlungsmethoden nöthig, hier zuvor im Allgemeinen über die Destillation der Steinkohlen in verschlossenen Gefäßen zu sprechen.

Bei der Destillation geben die Steinkohlen einen kohligen Rückstand oder Koke, ammoniakalisches Wasser, Theer und Gas, welches aus mehr oder weniger gekohltem Wasserstoffgas aus Kohlenoxydgas, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und dampfförmigem Schwefelkohlenstoff besteht. Bei dem gewöhnlichen Abdestilliren der Steinkohlen benutzt man diese Gase zur Erleuchtung, bei den andern Verkohlungsmethoden verbrennen sie sogleich bei der Entwicklung und erhöhen die Temperatur der Masse, wodurch ein Theil Koke erspart wird.

Die Produkte der Destillation weichen nach der Art der Steinkohlen und der Koke ab. Ist die Steinkohle kohlenstoffreich, so bildet sich ein dickeres Öl; der entgegengesetzte Fall tritt bei kohlenstoffarmen Steinkohlen ein. Alle Steinkohlen enthalten Spuren von Ammoniak, welches man schon mehrmals zu benutzen versucht hat, aber immer ohne sonderlichen Erfolg.

Die kohlenstoffarme Sandkohle enthält übrigens Spuren von Essigsäure; sie giebt jederzeit im Verhältniß zum Öl, viel mehr Wasser als die Sinterkohle, und letztere geben wieder mehr Wasser als die Backkohlen. Die Gasmenge steht im umgekehrten Verhältniß zum Kohlenstoffgehalt; die Braunkohlen geben übrigens jederzeit mehr Gase als die Steinkohlen; aber in den Steinkohlen sind die Verbindungen des Wasserstoffs mit dem Kohlenstoff vorwaltender und kohlenstoffreicher, weshalb diese Gase zur Beleuchtung vorzüglich sind. Je mehr sich die Steinkohlen aufblähen, desto mehr herrscht der Kohlenwasserstoff in dem Gasgemisch vor. Der Schwefelwasserstoff bildet sich nur, wenn die Steinkohle Schwefelkies enthält, und dieses ist beinahe immer der Fall.

Sind die Steinkohlen der dritten und zweiten Klasse arm an Kohlenstoff, so werden sie schon unter der Rothgluth

hitz zerlegt, und nur in niedriger Temperatur geht die Zersetzung langsam von Statten. Die öligen Substanzen entwickeln sich bloß bei der anfangenden Rothglühhitze. Alle Steinkohlen erfordern eine niedrige Rothglühhitze bei der beginnenden Zersetzung, und eine lebhaftere Rothglühhitze, um diese zu vollenden. Es giebt keine Steinkohle, welche durch die Destillation außer Öl und Gas nicht auch Wasser entwickelt.

627. Bei den Steinkohlen, so wie bei den Holzarten, ist die Menge der darstellbaren Koke verschieden, je nachdem man schnell oder langsam verkohlt; dieser Unterschied ist um so größer, je weniger die Steinkohlen Kohlenstoff enthalten; doch steigt dieser Unterschied nach den Untersuchungen von Karsten nicht über 6 pCt. und bei den sehr kohlenstoffreichen Backkohlen beträgt er selten mehr als 4 pCt., sonach verdient dieser Punkt weniger Beachtung. Anders verhält es sich jedoch mit einer zweiten für die Anwendung wichtigen Eigenschaft.

Eine schwache und langsam bis zur Rothgluth verstärkte Hitze, vermindert bei der Steinkohle die Eigenschaft, zusammengebackene oder aufgeblähte Koke zu geben. Steinkohlen, welche beim Anzünden sich als Sinterkohlen charakterisiren, können durch eine langsame Verkohlungs-methode Sandkoke erzeugen, vorzüglich bemerkt man dieß bei denjenigen Steinkohlen, welche den Übergang von einer Klasse zur andern bilden. Sonach würde eine schwach backende Steinkohle, durch eine langsame Hitze eine weniger lockere, minder aufgeblähte und schwerere Masse liefern, als wenn man schnelle Rothglühhitze gegeben hätte; man erhält sonach zusammenge-sinterte Koke. Diese Bemerkung hat Einfluß auf die Wahl der Verkohlungs-methoden, die wir nun beschreiben wollen.

628. Verkoken in Meilern. Um in Meilern die Steinkohlen zu verkoken, oder sie in Koke zu verwandeln, muß man sie in Stücke von 3 bis 4 Kubitzoll zerschlagen, davon dann auf einer horizontalen Ebene, einen konischen Hügel von 4 zu 5 Meter im Durchmesser und 70 bis 75 Centimeter Höhe errichten; diese Dimensionen eignen sich am

beßen, um eine vollkommene Verkohlung der Steinkohle zu bezwecken.

Ist der Haufen gesetzt, so bedeckt man ihn mit Stroh und etwas feuchter Erde; man legt übrigens das Stroh so dicht, daß die Erde nicht zwischen die Steinkohlenstücke fällt und das Feuer erstickt. Man kann statt des Strohes auch Gras oder trockne Blätter nehmen. Der Versuch, Rasen anzuwenden, ist ohne günstigen Erfolg geblieben, weshalb man in Gegenden, wo das Stroh theuer ist, folgende Methode anwendet.

Ist der Meiler fertig, so bedeckt man den untern Theil vom Boden bis zur Höhe eines Fußes mit kleinen Steinkohlenstücken, den Rest der Oberfläche aber mit klarer Koke.

Bei dieser Methode hat man nicht wie bei den andern nöthig, Öffnungen durch die Oberfläche des Meilers zum Abzug für die Dämpfe zu stoßen; die Zwischenräume, welche die kleinen Kokestücke lassen, vertreten die Stelle dieser Lußlöcher.

Ist der Meiler bis an die Spitze bedeckt, so schneidet man angezündete Kohlen in eine Öffnung von 6 bis 8" Tiefe, welche man beim Setzen des Meilers für diesen Zweck gebildet hat, und füllt dieselbe nun mit andern Kohlen voll; hat das Feuer um sich gegriffen, so wird auch diese Öffnung zugedeckt und man verfährt dann im Ubrigen wie bei der Holzverkohlung.

Ein Meiler von den angegebenen Dimensionen muß 4 Tage im Feuer seyn, einige Stunden aber weniger, wenn er mit Stroh und Erde bedeckt war. Die Steinkohle giebt dem Gewicht nach 40 pCt. Koke.

629. Dieses Verfahren hat man auf verschiedene Weise abgeändert, um den Prozeß zu beschleunigen, auch um es für solche Steinkohlen anwendbar zu machen, bei welchen die gewöhnliche Methode nicht genügen wurde. Auf den meisten Hüttenwerken giebt man den Meilern gegenwärtig die Form eines mehr oder weniger langen Prismas, von ohngefähr 3 Meter Breite auf der Grundfläche und von verschiedener Länge, gewöhnlich aber 20 bis 40 Meter lang. Die größten Steinkohlenstücke stellt man in die Mitte und legt

die kleinern außen rings herum. Der Meiler ist wenigstens 1 Meter hoch. Man zundet von oben an, und zwar auf verschiedenen Punkten. Der Gang der Arbeit ist derselbe wie im vorigen Falle, aber die Verkohlung geschieht in 24 Stunden.

630. Bei sehr trocknen Steinkohlen gelingt dieses Verfahren nicht. Man muß es abändern, um den Zug stärker und regularer zu machen, denn die fetten Steinkohlen bedürfen zur Verkohlung anfangs eine niedrigere Temperatur als die trocknen.

Der berühmte englische Metallurg Wilkinson war der erste, welcher im Mittelpunkt des Meilers eine Esse von Ziegeln auffahrte; dieselbe war mit Öffnungen an der Basis versehen, durch welche der Rauch beständig abziehen konnte.

Tafel 5. Fig. 1. 2. 3. 4. 5. zeigen verschiedene Ansichten von diesem Apparate.

Fig. 1. stellt die Esse im Aufriß dar.

Fig. 2. Durchschnitt derselben.

Fig. 3. die Grundansicht.

Fig. 4. ein Durchschnitt des Meilers.

Fig. 5. ein halber Grundriß des Meilers.

Man bemerkt an diesen Figuren 6 große Zuglöcher (b) an dem untern Theile der Esse, und andere desgleichen (d) zahlreicher aber kleiner, über den vorhergehenden. Das Mauerwerk (g) der Esse besteht aus Ziegeln, welches oben mit einer gußeisernen Platte (e) bedeckt ist, wodurch die obere Ziegelschicht geschützt wird.

Die Esse hat innen an der Basis 1 Meter im Durchmesser, und an der Spitze nur 50 bis 60 Centimeter; sie ist ein Meter hoch. Um dieselbe bereitet man sich eine Sohle nach der gewöhnlichen Methode; man beschreibt sodann einen Kreis von 6' Durchmesser an der Basis. (Fig. 5.) In diesen Raum wird die Steinkohle geschüttet. Die erste Schicht muß aus groben Stücken bestehen, damit hinlänglich leerer Raum für den Luftzug bleibt. Man deckt diese Räume mit kleinen Stücken zu, führt eine zweite Schicht aus groben Stücken auf, und bedeckt diese aufs Neue mit flarer Koble. Es wird

damit fortgefahren, bis der Meiler fertig ist (Fig. 4. b, h.). Nachher bedeckt man die Oberfläche des Meilers mit einer Lage aus Asche oder Staub, welche man jedoch vorher gehörig anfeuchten muß, um ihr die nöthige Konsistenz zu geben.

631. Nach diesen Vorbereitungen wirft man dann angezündetes Holz oder Steinkohlen in die Esse. Das Feuer greift sehr bald in dem Meiler um sich, und der Rauch steigt in dicken Wolken aus der Esse auf. In dem Verhältniß als die Decke aufreißt, wird sie mit angefeuchteter Asche, die zu diesem Zweck vorbereitet ist, ausgebessert. Nach Verlauf von 2 Tagen ist die Verkohlung beendet; man erkennt dieß daran, daß nachher statt des Rauchs eine blaue Flamme abzieht. Verschwindet diese, so muß man das Feuer auslöschen; zu dem Ende werden dann alle Öffnungen der Esse mittelst einer gußeisernen Platte verschlossen.

Man sieht leicht ein, daß die Esse nur zur Beförderung eines regelmäßigeren und lebhaftern Zugs angebracht ist. Die Luft, welche aus derselben entweicht, wird durch diejenige wieder ersetzt, welche vorher den Meiler in allen Richtungen durchkreuzt hat, indem sie durch die kleinen Spalten der Aschendecke eingedrungen, zwischen den großen Steinkohlenstücken fortgezogen und endlich durch die Zuglöcher in die Esse gekommen ist.

632. Diese Verkohlungsmethode wird gegenwärtig auf vielen Hütten angewendet, und zwar bei fetten und trocknen Steinkohlen; auf einigen Hütten hat man sich jedoch Abweichungen erlaubt, nach der Art der verschiedenen Steinkohlen. Z. B. in Staffordschire haben Beaumont und Dufrenoy beobachtet, daß die Arbeiter nur um die Esse die großen und an den äußern Rand des Meilers die kleinen Steinkohlenstücke stellen. Sie zünden den Meiler an und bedecken denselben mit klarer Steinkohle oder Koke, um den Zug zu vermindern, lassen jedoch einige Luftöffnungen. Ist die Verkohlung beendet, so zieht man die Koke und löscht sie mit Wasser. Man hält dafür, daß die zum Auslöschen angewendete Wassermenge von Einfluß auf die Quantität der Koke sey. Diese Methode beschleunigt den Verkohlungsprozeß vielmehr als die von Wilkinson, denn nach 24 Stun-

den sind die Koke fertig, aber das Ausbringen ist minder beträchtlich.

Man erhält nach dieser Methode etwas mehr Koke als mittelst einfacher Meiler; indem man gegen 50 pCt. ausbringen kann.

633. Alle diese Methoden kann man ohne Unterschied mit geringen Abänderungen auf Steinkohlen in groben Stücken anwenden; da sich aber die Stückkohlen sehr leicht verkaufen, so muß man oft aus den Staubkohlen Koke erzeugen. Dann kann man natürlich nicht von den beschriebenen Methoden Gebrauch machen, weil zu wenig leere Räume zum Durchzug der Luft im Meiler bleiben würden. Man kann indeß die Meiler für diesen Zweck besonders konstruiren. Dieses ist zu Tanon bei Saint Etienne geschehen, wo man ein sehr einfaches Verfahren ausgedacht hat, welches zuerst von de Laplanche beschrieben worden ist. Es kann übrigens diese Methode nur bei backenden Steinkohlen angewendet werden, damit man daraus voluminöse und grobstückige Koke erhält.

Man darf übrigens nicht glauben, daß man Koke von gleicher Qualität erhält, wenn Staub- oder wenn Stückkohlen angewendet werden; denn die erstern führen meistens einen größern Erdengehalt mit sich, wie dieses die Analysen von Guenyeau zeigen. Derselbe analysirte Koke von der nämlichen Steinkohlenart, wovon die eine aus Stücken die andere aus Staubkohle im Ofen erzeugt worden war. (Ann. des mines. N. 132. p. 441.)

Koke aus Stückkohlen. Koke aus Staubkohlen.

| | | | |
|--------------------------------|-------|-----------|-------|
| Kohlenstoff | 96,7 | | 89,24 |
| Kieselerde, Thonerde, Kalk und | | | |
| Eisenoxpd | 3,0 | | 10,76 |
| Schwefel | 0,3 | | 0,00 |
| | 100,0 | | 100,0 |

634. Zu Tanon verkohlt man die Staubkohle in runden und prismatischen Meilern. Der zu Gebot stehende Raum bestimmt die Form des Meilers.

Die prismatischen Meiler sind 50 bis 60 Fuß lang, und 3 Fuß hoch. An der Basis sind sie 4 Fuß und an der Spitze 2 Fuß breit.

Um den Meiler zu machen, nimmt man ein Bret (a) (Taf. 5. Fig. 6.) stellt es etwas geneigt auf und lehnt es gegen 2 eiserne Hebel, die als Stütze für dasselbe in die Erde gestossen sind. Dieses Brett bildet eine der kurzen Seiten des Prismas; die langen Seiten bildet man, indem man andere Breter (b, b, b.) gegen das erste stellt, und diese mittelst eiserner Krampen zusammenhält; man schützt die langen Seiten ebenfalls gegen das Umfallen durch innerlich angebrachte eiserne Stützen. Sind die längern Seiten 10 bis 12' lang, so wird das Prisma einstweilen mittelst des Bretes (c) geschlossen.

In den Bretern befinden sich Öffnungen für die lonischen Pfähle, welche die Zugkanäle bilden sollen. Die unterste Reihe geht durch die Öffnungen d, d, d. (Fig. 7) und steht in Verbindung mit dem Kanal in der Mitte des Meilers, der mit den langen Seiten des Prismas parallel geht, und mittelst eines starken Pfahles gebildet ist. Auf denselben stehen in bestimmten Entfernungen senkrechte Pfähle. Sind die Pfähle alle aufgestellt, wie angegeben, so schüttet man eine Schicht Steinkohlen in den Kasten. Die Steinkohlen selbst werden zu diesem Zweck vorher auf einer besondern dazu errichteten Sohle mit Wasser angefeuchtet, gut umgerührt, sodann mit einer Schaufel in das hohle Prisma geschüttet, ausgebreitet und mit einem großen Schlägel fest zusammengeschlagen. Hat die Schicht die Höhe des ersten Pfahls erreicht, so errichtet man einen zweiten aber senkrechten Pfahl an den Punkten e, e, e, dieser bildet die Esse des Meilers. Man hält die Pfähle aufrecht, indem man an die Basis derselben Steinkohlen schüttet und diese zusammenschlägt. Natürlich sind diese Pfähle etwas höher als der Meiler selbst. Sodann legt man die zweite Reihe der horizontalen Pfähle; wegen der vorhandenen Öffnungen in den Bretern müssen sie eine schiefe Richtung annehmen, um die vertikalen Pfähle zu berühren. Ihre Richtung ist in Fig. 8 dargestellt. Man schüttet aufs Neue Steinkohlen ein, bis man die Höhe der dritten Schicht erreicht hat, und bildet sodann die dritte Reihe aus horizontalen Pfählen. Diese werden genau so wie in der untersten Reihe gelegt, mit Ausnahme

des großen Pfahls, den man nicht nöthig hat. Man legt daher so viele kleine Pfähle ein, als Öffnungen in den Bretern sind, und diese müssen genau auf die vorhandenen senkrechten Pfähle stoßen. Das Prisma wird dann vollends mit Steinkohlen vollgefüllt.

Die Pfähle müssen 3 bis 4 Zoll im Durchmesser haben, und an dem einen Ende mit einem eisernen Ring versehen seyn, womit man sie herausziehen kann.

Ist das Prisma mit fest zusammengeschlagenen Steinkohlen gefüllt, so zieht man allmählig die Pfähle heraus, und zwar erst die horizontalen, dann die vertikalen, indem man zuerst oben anfängt. Um den großen herauszubringen, sind oft 5 bis 6 Mann nöthig. Die Breter werden auseinander genommen und der Meiler auf dieselbe Weise fortgeführt, bis er 50 bis 60 Fuß lang ist.

635. Um den Meiler anzuzünden, errichtet man in gewissen Entfernungen kleine Steinkohlenhaufen von 1 Fuß Höhe auf den obern Zugöffnungen. Man nimmt dazu gern Steinkohlen von mittlerer Größe, und stellt sie so gegen einander, daß der nöthige Luftzug bleibt. In die Mitte dieser Haufen bringt man angezündete Steinkohlen und nun greift das Feuer allmählig um sich. Ist alles in Feuer gesetzt, so muß man wohl Acht haben, daß sich die Zugöffnungen nicht verstopfen, auch ist es nöthig die sich bildenden Risse zu verstopfen, damit nicht eine zu schnelle Verbrennung veranlaßt wird.

Manchmal bringt man, ehe der Meiler auslöscht, in die innern Luftzuge Wasser. Dieses muß indeß nie eher geschehen als bis keine Flamme mehr entweicht, die Masse aber noch glühend ist. In dem Augenblick, in welchen die Dämpfe die Roke durchdringen, erscheint die Flamme aufs Neue, dieselbe entsteht aus dem Verbrennen des Kohlenwasserstoffs und Kohlenoxydgases, welche sich in Folge der Zersetzung des Wassers durch Kohle gebildet haben. Zu gleicher Zeit gewahrt man ganz deutlich einen knoblauchartigen Geruch.

Man löscht nunmehr den Meiler, bedeckt ihn mit Erde, und verstopft sorgfältig alle Zugöffnungen.

Das Verlofen dauert 6 bis 10 Tage. Die Steinkohle giebt 50 pCt. Koke von guter Qualität. Die Koke hat alle äußern Kennzeichen mit der aus Stückkohle erzeugten gemein; sie ist wie jene etwas aufgebläht, und in zusammenhängenden großen Stücken, welche man zerschlagen muß, der Form nach ähnelt sie dem Blumenkohl, hat metallischen Glanz, ist stahlgrau, und besitzt sonach alle Eigenschaften der guten Koke.

Der Steinkohlengang zum Anzünden der Meiler ist größer, als man denken sollte; er beläuft sich auf $\frac{1}{3}$ Ehl. der verloften Steinkohle. Man kann diesen Verlust mindern, wenn man die Meiler anders setzt; bei konischen Meilern beträgt er nicht mehr als $\frac{1}{5}$.

636. Die konischen Meiler werden auf folgende Weise gemacht. Fig. 9. zeigt die Lage der Breter und Fig. 10. die der Pfähle. Diese Art Meiler haben an der Basis 12 Fuß und 7 Fuß an der Spitze im Durchmesser. Sie sind $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch und enthalten 75 Körbe (bennes) oder 7500 Kubg. Steinkohlen.

Wenn man die Breter aufgestellt und mit einander verbunden hat, so errichtet man in der Mitte des Meilers einen viereckigen Pfahl (a), an welchen 6 andere konisch geformte (b, b, b,) in gleichen Entfernungen von einander anstoßen. Da nun jede Reihe 12 Öffnungen hat, so bleiben 6 übrig, in welche man die kürzern Pfähle (c) steckt, welche in schräger Richtung sich mit den vorigen vereinigen.

Man schüttet Steinkohlen ein, bis 2 oder 3 Zoll über die erste Pfahlreihe, bildet sodann eine zweite nach Art der ersten, nur daß die Zugöffnungen nicht senkrecht über einander kommen. Es werden darauf wieder Steinkohlen geschüttet; man bildet sodann eine dritte Reihe von Zuglöchern, und füllt nachher den Meiler mit Steinkohlen voll. Der Zug wird durch senkrechte Zugöffnungen befördert, weshalb man an den Punkten m, m, m, vertikale Pfähle stellt, die sich bis über die Spitze des Meilers erheben.

Das Legen der Pfähle geschieht, wie bei den prismatischen Meilern, eben so ist das Anzünden und die Behandlung des Meilers gleich.

637. Wir wollen nun dieses Verfahren mit den gewöhnlichen, auf den übrigen Hütten gebräuchlichen Methoden vergleichen. Man kann sich davon nach dem, was wir über Fabrilation des Kienrußes (455) gesagt haben, einen gemeinen Begriff machen. Es werden hierzu Öfen benutzt, welchen ebenfalls eine unvollkommne Verbrennung der Steinkohlen erfolgt. Das einfachste Verfahren dieser Art, das Lord Dundonnald auf seinen Hütten eingeführt; es besteht in der Anwendung großer, ovaler Öfen mit ebener Mündung. Man schüttet die Steinkohlen durch die vordere Öffnung ein, und zieht sie auseinander, so daß die Stärke der Schicht gewöhnlich 5' ist. Hierauf wird die Öffnung mit zerbrochenen Ziegeln versezt, die Steinkohlen angezündet, und sobald der Rauch auf, so verstopft man alle Öffnungen sorgfältig, mögen sie sich nun in der Thüre oder der Wand des Ofens befinden. Will man das Feuer ersticken, so setzt man auch die obere Öffnung mit einer Eisenplatte zu. In einem 10' weiten und 8' hohen Ofen dieser Art verkohlt man in 48 Stunden 9000 Kilog. Steinkohlen.

(Fig. 11. Taf. 5.) ist die vordere Ansicht eines solchen Ofens.

638. Man hat für denselben Zweck auch Reverberir-Ofen angewendet, (Taf. 5. fig. 12. und 13.) mit gegenüberliegenden Öffnungen. Der Ofen wird rothglühend gemacht, dann eine Hälfte der Sohle gereinigt und mit einer Lage reiner Steinkohlen 6' stark bedeckt, sodann die Thüre geschlossen. Man macht dasselbe auf der entgegengesetzten Seite, läßt jedoch für den Luftzutritt die Thüre ein wenig offen. Sobald das Feuer um sich gegriffen, so wird die Thüre vergeschlossen und nach Verlauf von 6 Stunden ist bei einem 9' hohen und 7' breiten Ofen das Verkoken beendet. Man hebt die Koke und löscht sie entweder mit Wasser, oder indem man sie in dünne Lagen auf der Erde ausbreitet, und stellt den Ofen aufs neue.

Es ist sehr leicht, mehrere Öfen dieser Art zusammenzulegen, wodurch man an Faumaterialien erspart. (Ann. mines n° 86 p. 102 und Bullet. de la Société d'Encour. 15. p. 127.)

Man muß sich indeß hüten, die Röhren die zu erhitzen, widrigenfalls veranlaßt man Gefährungen. Das Gas in den Röhren besteht theils aus Kohlenwasserstoffgas und atmosph. Es bildet sich leicht Knallgas, wenn beide erforderlichen Verhältnissen vorhanden sind. giebt die so behandelte Steinkohle $\frac{1}{10}$ ihres Aus dem Theer gewinnt man durch nochmal Cl , welches vielleicht zur Anwendung in Gannet wäre, und in dieser Hinsicht könnte es vor auf den Hütten, wo man Koke bereitet, das verlieren. Unter den Apparaten, welche sich der Koke eignen, ohne viel Wärmeverlust Holzverkohlungsapparat von La Chabreau am zweckmäßigsten.

640. Vergleichen wir nun sämtliche Methoden, und die dadurch erzielten Produkte und hierbei das Ausbringen in verschlossenen Gefäßen.

Aus den Resultaten in der Tabelle von giebt sich ein sehr bedeutender Verlust, den man im besten Falle aber nicht annehmen kann.

Die Sinterkohle giebt beim Destilliren 6 mehr Koke als in Meilern. Dieser Unterschied unbedeutend, und wird ziemlich im Verhältnisse der Menge, welche man verbrennt, um den

rennen während des Verkohlungsprozesses mehr Koke, weil sie lockerer sind. Der erste Verlust wird jedoch vermindert, wenn man die Steinkohlen so schichtet, daß sie oben sich zu verkohlen anfangen; dann dient das sich aus den untern Schichten entwickelnde Gas, welches verbrennt, zum Verkokeln der obern Schichten. Der zweite Verlust ist nur durch vermehrte Vorsicht in der Behandlung des Meilers zu vermindern.

Übrigens ist es noch nicht erwiesen, ob es vortheilhaft wäre, die wenig brennenden Steinkohlen in Ofen oder Destillirapparaten zu verkohlen, während dagegen für harte Steinkohlen diese Apparate entschieden sehr beachtenswerthe Vortheile darbieten.

Ingewandte Masse. Wassermenge in Kilogr.,
die von 0° auf 100° ge-
bracht wird.

Hektolit. Koke 1980.

— Torfkohe 3000.

Stère Eichen, Buchen oder Birkenholz in
grogen Stücken 12150.

— Fichtenholz in groben Scheiten . 8775.

— Junges Eichenholz 6075.

Corbe Torf von 2000 Kilogr. 50000.

643. Kennt man die Preise der verschiedenen Brenn-
materialien, so wird es leicht seyn, den Werth derselben für
die Anwendung zu bestimmen.

Für 1 Fr. erhält man von
Masse. Werth. 0° auf 100° Wasser.

Hektol. Eichenkohe . . 4 Fr. 460 Kilogr.

— Steinkohe . . . 4 Fr. 40 Ct. . . . 1090 —

— Koke 2 Fr. 85 Ct. . . . 690 —

— Torfkohe . . . 5 Fr. 600 —

Stère Buchenholz . . 18 Fr. 675 —

Corbe Torf 15 Fr. 3333 —

Es ist natürlich, daß die Angaben der zweiten und
ritten Tabelle nach den Umständen abweichen, und daß in
den wichtigen Fällen man mit Sorgfalt die Rechnung wie-
rholen muß.



Capitel VII.

Konstruktion der Ofen und Verbrennungsapparate.

643. Die Apparate, welche man anwendet, Temperatur der Luft in unsern Wohnungen, die der fester oder wässriger Auflösungen, oder die Temperatur Körper zu erhöhen, müssen nach der Art, wozu man Hitze anwenden will, verschieden seyn; jedoch ist die fahrenheit, Wärme zu erzeugen, in allen Fällen einigen allgemeinen Regeln unterworfen.

In einem Heizapparate, von welcher Art er auch mag, unterscheidet man 3 wesentliche Theile, als:

Der Platz, wo das Verbrennen geschieht, welcher Herd (Kost), ist; die Öffnung, durch welche die Produkte sich während des Verbrennens bilden, abziehen, die Esse; und die Öffnung, durch welche die nöthige herbeigeführt wird oder den Aschenfall.

Oft befindet sich der Herd auf der Erdschale, in den Kaminen, die Asche liegt dann mit dem Brennstoff an einer Stelle beisammen. Oft befindet sich der Herd über einem Koste, die Asche fällt dann in einen unterhalb angebrachten Raum, welcher der Aschenfall heißt. Brennmaterialien, welche leicht Feuer fangen, werden besonders Kost verbrannt, wie z. B. Holz und Holzkohle.

Diejenigen, welche nur bei einem hohen Hitzegrade brennen, können des Kosteß nicht entbehren; es ist der Fall bei Steinkohlen und Koks.

645. Die bis zur Rothglühhitze gebrachten Brennmaterialien erhalten sich in diesem Zustande durch eigene Verbrennung, die glühende Masse strahlt dabei mehr oder

Sehr oft wendet man statt der Essengebläse-Maschinen an, wodurch dem Brennmaterial ebenfalls Luft zugeführt wird; namentlich auf Hammerwerken, Hohöfen etc. Diese Methode wird in dem metallurgischen Theile dieses Werkes beschrieben werden.

Übrigens findet man Alles hieher gehörige in dem vor-
trefflichen Werke von Péclet, *Traité de la chaleur etc.* um-
ständlich auseinander gesetzt.

-
- *) Von diesem schätzbaren Werke ist vor Kurzem auch eine deutsche Uebersetzung erschienen, die in den Händen eines jeden Vortechners seyn sollte. W. u. E.

Quantum reiner Luft dem Föderungsraum zuzuleiten. Man erreicht diesen doppelten Zweck auf eine sehr einfache Weise: es ist bekannt, daß ein Körper, welcher in ein Mittel von anderer Dichtigkeit als die Seinige ist, gebracht wird, sich erhebt oder fällt, je nachdem er leichter oder schwerer ist, als der ihn umgebende Körper. Die Geschwindigkeit seines Falles oder Aufsteigens ist um so größer, je größer der Unterschied in der Dichtigkeit ist.

Stellen wir uns eine an beiden Enden offene Röhre vor, mit warmer Luft gefüllt, so wird dieselbe durch die obere Öffnung entweichen und durch eine Säule kalter Luft, welche durch die untere Öffnung einbringt, ersetzt werden. Ist nun eine beständige Wärmequelle vorhanden, welche die Luft erhitzt, so bald sie in die Röhre kommt, so bildet sich ein immerwährender Luftzug, wie dieses der Fall in der Feueressn ist.

Daß auf die Basis der Esse gelegte Brennmaterial erhöht die Temperatur der Luft, welche sich in der Esse befindet, diese erhebt sich in die Atmosphäre und wird durch eine neue Menge ersetzt, welche zuvor über das Brennmaterial hinwegzieht, dasselbe verbrennt und dadurch sich selbst erhitzt.

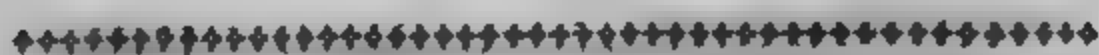
Dieses wird genügen, um zu zeigen, daß die Esse auf Verbrennen einen sehr großen Einfluß hat, und daß man die Höhe und den Durchmesser derselben nach der Art und Menge des Brennmaterials, welches man anwenden soll, einzurichten wissen muß. Da die Umstände, welche auf die Geschwindigkeit der Luft in der Esse Einfluß haben, alle auf bestimmten Gesetzen der Physik beruhen, so werden wir am Ende dieses Werkes Tabellen mittheilen, welche die zu beobachtenden Verhältnisse zwischen der Menge des Brennmaterials und der Höhe und des Durchmessers der Essen, für verschiedene mittlere Temperaturen der Luftsaulen anzeigen werden.

Zugleich wollen wir allgemeine Formeln angeben, mit Hilfe deren man diese Dimensionen für alle nicht in den Tabellen aufgeführten Fälle berechnen kann.

Sehr oft wendet man statt der Essegebläse-Maschinen an, wodurch dem Brennmaterial ebenfalls Luft zugeführt wird; namentlich auf Hammerwerken, Hohöfen ıc. Diese Methode wird in dem metallurgischen Theile dieses Werkes beschrieben werden.

Übrigens findet man Alles hieher gehörige in dem vor-
trefflichen Werke von Péclet, *Traité de la chaleur etc.* um-
ständlich auseinander gesetzt.

*) Von diesem schätzbaren Werke ist vor Kurzem auch eine deutsche Uebersetzung erschienen, die in den Händen eines jeden Pyrotechnikers seyn sollte. N. u. E.



.....

Capitel VIII.

Beleuchtung mit Öl- und Steinkohlengas und mit tragbarem oder transportablem Gas.

648. Seit der Erfindung des Luftballons haben wenige Erfindungen die Aufmerksamkeit des Publicums so auf sich gezogen, als die Gasbeleuchtung; deshalb hat man sich auch oft über die Priorität dieser Erfindung gestritten, die übrigens ein sehr einfaches Resultat chemischer Untersuchungen des vorigen Jahrhunderts ist. Seit langer Zeit weiß man, daß sich Licht entwickelt beim Verbrennen einiger zusammengesetzten Gasarten; aber es wurde nicht eher als in den Jahren 1785 oder 1786 von Lebon, einem französischen Ingenieur, davon Anwendung gemacht; er benutzte das Gas, welches man bei der Destillation des Holzes erhält, bereitete sonach Holzkohlen in verschlossenen Gefäßen nebst Holzessig, und suchte ferner die Wärme seiner Ofen zugleich zum Heizen der Zimmer zu benutzen. Man sieht, daß diese Idee, deren Wichtigkeit ohne Zweifel der Erfinder nicht geahndet haben mag, der Ursprung zweier Industriezweige geworden ist, nämlich der Gewinnung des Holzessigs und der Gasbeleuchtung.

Die Thermolampe von Lebon, ein Apparat, welcher zu gleicher Zeit Wärme und Licht verbreitet und welchen er als Hausgeräth einführen wollte, hatte keinen Erfolg, sey es nun der schwierigen Behandlung oder des schwachen Lichtes wegen, welches dieselbe erzeugte. Die Gase, welche sich darin bildeten, konnten nur Sumpfluft und Kohlenoxydgas seyn, welche bekanntlich beide sehr schwach leuchten. *)

*) Folgenden Auszug aus „Pecston on oil and coal-gas. London.

Es verflossen indeß mehrere Jahre, ehe man von dieser Erfindung einen ausgedehnten Gebrauch machte, obgleich Lebon die Steinkohle als vorzüglich für diesen Zweck anwendbar bezeichnet hatte.

In den Jahren 1800 bis 1805 und 1806 brachte endlich Murdock die Erzeugungsapparate auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit, und erleuchtete damit zu Soho die Fabrik von Watt und Boulton, so wie die Gattunspinnerei von Philipp und Lee zu Manchester. In Folge dieser ersten Versuche ließen mehrere Fabrikbesitzer ihre Werkstätten nach dieser neuen Methode beleuchten.

Die allgemeine Anwendung dieser Methode in den meisten Städten Englands und den Hauptstädten des Continents ist ein sicherer Beweis von der Nützlichkeit derselben.

Man kann das Leuchtgas aus mehreren Substanzen und auf verschiedene Weise erhalten; indeß sind es die Steinkohlen und Ole, welche man am häufigsten für diese Zwecke anwendet. Die Vereitung des Gases aus Steinkohlen ist mit Schwierigkeiten verbunden, welche sich bei der Gewinnung desselben aus Ei nicht darstellen; wir beginnen daher mit der Beschreibung der Apparate, welche man gegenwärtig als die besten für die Gewinnung der Gase aus Ei betrachtet, ohne hierbei auf die chronologische Ordnung Rücksicht zu nehmen. Das Gas ist übrigens schon lange Zeit im Großen aus Steinkohlen gewonnen worden, ehe man daran gedacht hat die Ole selbst für diesen Zweck zu zersetzen.

Gasbeleuchtung mit Gas.

649. Die fetten Materien, welche man gewöhnlich zur Beleuchtung anwendet, werden durch den Docht zersetzt und

1723. In Folge, haben die Engländer das Steinkohlengas doch früher gekannt, als die Franzosen.

Dr. Claxton bemerkte im Jahr 1779 zuerst, daß beim Destilliren der Steinkohlen unter andern sich auch eine Luftart entwickelt habe, welche sogleich in Berührung mit einer brennenden Lampe Feuer fing. Er sammelte diese Luft in Oefenblasen auf und unterhielt seine Freunde oft damit, daß er mittelst einer Stecknadel kleine Oefnungen in die Blase machte und die Luft gegen eine Lichtflamme preßte, wobei sie sich sogleich entzündete. W. u. G.

in verschiedene gasförmige Produkte verwandelt. Diese fangen bei einer sehr hohen Temperatur und in Berührung mit der Luft, Feuer, und bilden eine Flamme. Es ist erwiesen, daß man fette Substanzen ebenfalls auch in verschlossenen Gefäßen zersetzen kann. Die sich bildenden Gase werden aufgefangen und zur Beleuchtung benutzt, indem man sie an den Ausströmungsöffnungen der Lampen entzündet.

Als Taylor diese Methode, Gas zu erzeugen, bekannt machte, erhoben sich gegründete Einwendungen dagegen.

Man sagte: würden die Menschen vorher die Methode mit Gas zu beleuchten, gekannt haben, und hätte jemand auf einmal angezeigt, daß er ein Mittel erfunden habe, das selbe zu condensiren und in eine tropfbare Flüssigkeit oder wohl gar in einen festen Körper zu verwandeln, so würde diese Erfindung als eine sehr wichtige betrachtet worden seyn, da man in beiden Gestalten die Materie leichter ohne Gefahr und ohne kostspielige Apparate transportiren kann; mittelst Lampen erzeugt man eine sehr schöne Flamme aus der tropfbaren Flüssigkeit, und die feste Masse als Richte oder Kerzen geformt, giebt ebenfalls ein helles Licht. In beiden Fällen wird das Volumen der Masse ungemein vermindert, man hat keine hermetisch verschlossene Apparate nöthig, die Richte haben keinen festen Platz in den Zimmern und man hat nicht nöthig mit vielen Geldeaufwand große Gasometer, unterirdische Leitungen u. herzustellen.

Es zeigte Taylor aber, daß, wenn Öl in Gas umgewandelt wird, die leuchtende Kraft im Verhältniß von 134:100 zunähme: doch ist diese Angabe fehlerhaft, denn es ist niemals, zu verhüten, wenn man auch das Öl mit aller Sorgfalt zersetzt, daß sich nicht eine gewisse Quantität Kohle abscheidet, und daraus ergiebt sich eine auffallende Verminderung in der Menge der brennbaren Materie im Gas. Diese Thatsache wurde jedoch erst später von Payen und Bérard nachgewiesen. Übrigens muß man zu den obigen gegen das Ölgas aufgeführten Einwendungen noch hinzufügen, daß wenn man Gas brennt, ein größerer Lichtverlust statt findet, als in gut konstruirten Lampen.

Trotz dieser Einwendungen hatte das Unternehmen Laroche einen glücklichen Fortgang. Die Ursache dieses günstigen Resultats muß in der sorgfältigen Ausführung der Haupttheile des Apparats gesucht werden. Das so erzeugte Gas war das beste unter allen, und die Lampen, in denen es brannte, gaben das Maximum von Licht. Ubrigens konnte das Öl, welches man anwandte, nicht für die gewöhnlichen Lampen in Gesellschaftszimmern etc. benutzt werden, denn man zersezte dasselbst nur übelriechenden Fischthran. In England hat übrigens die gewöhnliche Beleuchtung mit Lampen nicht den Grad der Vollkommenheit als in Frankreich erreicht, so daß die Abnehmer dort gewinnen, wenn sie dieselbe Menge Öl in Form von Gas verbrennen, anstatt es in seiner natürlichen Gestalt anzuwenden.

650. Nichts ist indeß einfacher als die Gewinnung des Gases aus Öl. Man bringt in einem Ofen (Taf. 16. Fig. I.) einen gußeisernen Zylinder (A) mit Koke-Stücken gefüllt, und erhitzt denselben bis zum anfangenden Rothgluhen.

Durch die Röhre (B) kommt das Öl in die Retorte. Die Röhre B steht mit dem Behälter (C) in Verbindung; in diesem wird das Öl immer in demselben Niveau mittelst der Röhre (D), welche durch (E) so viel Öl zuführt, als bei B abläuft, erhalten.

Das Öl, welches in die Retorte fällt, durchbringt sämtliche warme Koke, verwandelt sich so größtentheils in Gas und entweicht durch die Röhren (F). Die Röhre selbst mündet einige Linien unter dem Öl im Reservoir (C) und das Gas seht, indem es durch dasselbe zieht, einen Theil des mechanisch mit fortgerissenen Öls ab. Von da geht das Gas durch die Röhre (G) in den Gasometer. Diese Röhre muß übrigens 2 Krümmungen haben, damit der Rest Öl, der noch im Gase befindlich ist, sich precipitiren und in dem Gefäß (I) ansammeln kann.

651. Durch die in der Retorte befindlichen Koke vermehrt man die erhitzten Oberflächen, und befördert dadurch die Zersezung des Öls. Es ist übrigens erwiesen, daß man sorgfältig eine gleichförmige und angemessene Temperatur in den Retorten zu unterhalten suchen muß. Bei einer zu nie-

drigen Temperatur geht ein Theil Öl unzersezt über; eine zu hohe Temperatur bewirkt dagegen Zersetzung der Gase in Halbkohlenwasserstoff und Kohle; letztere setzt sich in fester Gestalt ab. Man mag übrigens noch so sorgfältig heizen, so kann man letztern Umstand doch nicht ganz vermeiden und man muß deshalb die Röhre niemals über 12 Tage in den Retorten lassen. Nach Verlauf dieser Zeit haben die präcipitirten Kohlen sämtliche Poren der Röhre ausgefüllt und man muß sie deshalb durch frische ersetzen. Die Röhre kann aber sehr zweckmäßig als Brennmaterial benutzt werden. Von den gewöhnlichen Sorten giebt das Stillsgramm ohngefähr 830 Liter Gas.

652. Das Bestehen dieser Anstalten hängt sehr von dem Preis der Öle ab, die man anwendet. Die in England verbrauchten Sorten stehen ziemlich niedrig. Dort werden nämlich Fischöle oder Thran, von denen man keine vortheilhaftere Anwendung machen kann, hierzu verwendet. In Frankreich hat man ungereinigte Öle aus Saamen angewendet, man kann dieselben aber auch durch Terpentinöl und Naphthen etc. ersetzen. D'Arcet hat dazu die fetten Substanzen aus den Seifenwässern der Fabriken benutzt. Diese werden gewonnen, indem man die damit verbundene Soda mit Schwefel- oder Salzsäure sättiget; die in der Seife enthaltenen Fettsubstanzen scheiden sich sehr bald ab und schwimmen oben auf. Diese Anwendung verdient vorzüglich in den vielen Zeugmanufakturen, welche große Quantitäten Seife verbrauchen, berücksichtigt zu werden, indem die Besitzer dadurch ein Mittel finden, ein Produkt, was bisher gänzlich verloren gieng, wieder abzusetzen.

653. In den neuesten Zeiten hat man die unmittelbare Anwendung von Ölsaamen statt der Öle zur Gaserzeugung vorgeschlagen. Diese Idee hatte keinen glücklichen Erfolg und kann keinen haben. Der Transport derselben ist theurer und man verliert hierbei den Ertrag der Rückstände oder Schlacken, wodurch der höhere Preis des geschlagenen Öls nicht nur ausgeglichen, sondern sogar überstiegen wird. Außerdem geben die Schalen der Ölsaamereien auch Gas, dann muß man aber die Temperatur erhöhen, wodurch das Gas aus dem

7.) Die Lampen, in welchen das Verbrennen des Gases geschieht. *)

In neuern Zeiten findet man außer den erwähnten Haupttheilen einer Gas-erzeugungsanstalt auf allen gut eingerichteten Gaswerken, namentlich in England, auch Gasmesser. Da unser Verfasser dieselben nicht erwähnt hat, glauben wir darauf aufmerksam machen zu müssen, um so mehr als sie in Deutschland noch wenig bekannt sind.

Nach der gewöhnlichen Methode wird das Gas nach einem bestimmten Anzahl Lichter, die jeden Abend 3 bis 6 Stunden brennen sollen, verkauft. Wie nachtheilig ein solcher Kontrakt, vorzüglich in großen Städten, für den Verkäufer werden kann, ist leicht einzusehen. Viele Käufer brennen oft jeden Abend mehrere Stunden länger als erfordert ist, und die Aufseher können dieses in den meisten Fällen, ohne unbedenklich zu seyn, nicht verhindern. Ferner wird der Hahn so weit geöffnet, daß die Flamme oft 8 bis 9 Zoll lang brennt, obgleich Versuche hinlänglich erwiesen haben, daß 3 bis 4" lange Flammen das meiste Licht geben, dadurch entweicht aber eine Menge Gas ungenützt.

Es können daher die Käufer wenigstens zweimal so viel Gas-verbrauchen, als ihnen zugesandt ist, und deshalb fordern die Gaswerkbesitzer auf die Idee, das Gas nach dem Gemäß zu verkaufen.

Die Gasmesser haben übrigens auch für die Gas Käufer Vortheile, denn sie können die zugemessene Quantität Gas verbrennen, zu welcher Zeit sie wollen. Elgg war der erste, welcher im Jahr 1815. ein Patent auf die Konstruktion des Gasmessers nahm, und Mallou erhielt 1819. von der Society of arts die goldne Medaille für Verbesserung derselben.

Taf. 17. Fig. 1. a. b. sind 2 Durchschnitte.

(A A) ist der äußere Zylinder.

(B B) der innere Zylinder mit besondern Abtheilungen.

(D) das Gaszuführungsrohr.

(E) das Rohr zum Abführen des Gases.

Querl tritt das Gas in dem Raum E F.

Von da kommt es durch die Öffnungen a b c d in die Abtheilungen G H I K und durch 1. 2. 3. 4. in den äußern Zylinder.

Ist die Öffnung (a) noch im Wasser, und kann Gas eintreten, so wird der Raum K sobald die Öffnung d über den Wassersegelet liegt, sich mit Gas anfüllen; das Gas wird vermöge seiner Pressung den innern Zylinder nach der linken Hand umdrehen, dadurch kommt (a) aus dem Wasser, und während aus dem Raum (G) das Wasser unten heraustritt, füllt er sich oben mit Gas. In derselben Zeit entweicht das Gas aus (K) durch die Öffnung (4) in den äußern Behälter. Der Zylinder bewegt sich fortwährend, die Öffnung (1) kommt über das Wasser und das Gas kann dadurch wieder eintreten. Eben so wie (G K) leeren sich die Räume (H I) und haben sich alle 4 Räume entleert, so hat das Rad einen Umlauf gemacht.

Auf der Axe des innern Zylinders ist äußerlich ein gezahntes Rad

Quantum reiner Luft dem Feuerungsraum zuzuleiten. Man erreicht diesen doppelten Zweck auf eine sehr einfache Weise: es ist bekannt, daß ein Körper, welcher in ein Mittel von anderer Dichtigkeit als die Seinige ist, gebracht wird, sich erhebt oder fällt, je nachdem er leichter oder schwerer ist, als der ihn umgebende Körper. Die Geschwindigkeit seines Falles oder Aufsteigens ist um so größer, je größer der Unterschied in der Dichtigkeit ist.

Stellen wir uns eine an beiden Enden offene Röhre vor, mit warmer Luft gefüllt, so wird dieselbe durch die obere Öffnung entweichen und durch eine Säule kalter Luft, welche durch die untere Öffnung eindringt, ersetzt werden. Ist nun eine beständige Wärmequelle vorhanden, welche die Luft erhitzt, so bald sie in die Röhre kommt, so bildet sich ein immerwährender Luftzug, wie dieses der Fall in der Feueresset ist.

Daß auf die Basis der Esse gelegte Brennmaterial erhöht die Temperatur der Luft, welche sich in der Esse befindet, diese erhebt sich in die Atmosphäre und wird durch eine neue Menge ersetzt, welche zuvor über das Brennmaterial hinwegzieht, dasselbe verbrennt und dadurch sich selbst erhitzt.

Dieses wird genügen, um zu zeigen, daß die Esse auf Verbrennen einen sehr großen Einfluß hat, und daß man die Höhe und den Durchmesser derselben nach der Art und Menge des Brennmaterials, welches man anwenden soll, einzurichten wissen muß. Da die Umstände, welche auf die Geschwindigkeit der Luft in der Esse Einfluß haben, alle auf bestimmten Gesetzen der Physik beruhen, so werden wir am Ende dieses Werkes Tabellen mittheilen, welche die zu beobachtenden Verhältnisse zwischen der Menge des Brennmaterials und der Höhe und des Durchmessers der Essen, für verschiedene mittlere Temperaturen der Luftsaulen anzeigen werden.

Zugleich wollen wir allgemeine Formeln angeben, mit Hilfe deren man diese Dimensionen für alle nicht in den Tabellen aufgeführten Fälle berechnen kann.

Sehr oft wendet man statt der Esseugebläse-Maschinen an, wodurch dem Brennmaterial ebenfalls Luft zugeführt wird; namentlich auf Hammerwerken, Hohöfen 1c. Diese Methode wird in dem metallurgischen Theile dieses Werkes beschrieben werden.

Übrigens findet man Alles hieher gehörige in dem vor-
trefflichen Werke von Péclet, *Traité de la chaleur etc.* um-
ständlich auseinander gesetzt.

*) Von diesem schätzbaren Werke ist vor Kurzem auch eine deutsche Uebersetzung erschienen, die in den Händen eines jeden Vortechners seyn sollte. H. u. E.



Capitel VIII.

Beleuchtung mit St- und Steinkohlengas und mit tragbarem oder transportablem Gas.

648. Seit der Erfindung des Luftballons haben wenige Erfindungen die Aufmerksamkeit des Publikums so auf sich gezogen, als die Gasbeleuchtung; deshalb hat man sich auch oft über die Priorität dieser Erfindung gestritten, die übrigens ein sehr einfaches Resultat chemischer Untersuchungen des vorigen Jahrhunderts ist. Seit langer Zeit weiß man, daß sich Licht entwickelt beim Verbrennen einiger zusammengesetzten Gasarten; aber es wurde nicht eher als in den Jahren 1785 oder 1786 von Lebon, einem französischen Ingenieur, davon Anwendung gemacht; er benutzte das Gas, welches man bei der Destillation des Holzes erhält, bereitete sonach Holzkohlen in verschlossenen Gefäßen nebst Holzessig, und suchte ferner die Wärme seiner Ofen zugleich zum Heizen der Zimmer zu benutzen. Man sieht, daß diese Idee, deren Wichtigkeit ohne Zweifel der Erfinder nicht geahndet haben mag, der Ursprung zweier Industriezweige geworden ist, nämlich der Gewinnung des Holzessigs und der Gasbeleuchtung.

Die Thermolampe von Lebon, ein Apparat, welcher zu gleicher Zeit Wärme und Licht verbreitet und welchen er als Hausgeräth einführen wollte, hatte keinen Erfolg, sey es nun der schwierigen Behandlung oder des schwachen Lichtes wegen, welches dieselbe erzeugte. Die Gase, welche sich darin bildeten, konnten nur Sumpfluft und Kohlenoxydgas seyn, welche bekanntlich beide sehr schwach leuchten. *)

*) Folgenden Auszug aus „Pocston on oil and coal-gas. London.

Es verfloßen indeß mehrere Jahre, ehe man von dieser Erfindung einen ausgedehnten Gebrauch machte, obgleich schon die Steinkohle als vorzüglich für diesen Zweck anwendbar bezeichnet hatte.

In den Jahren 1800 bis 1805 und 1806 brachte endlich Murboch die Erzeugungsapparate auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit, und erleuchtete damit zu Eoho die Fabrik von Watt und Boulton, so wie die Cattunspinnerei von Philipp und Lee zu Manchester. In Folge dieser ersten Versuche ließen mehrere Fabrikbesitzer ihre Werkstätten nach dieser neuen Methode beleuchten.

Die allgemeine Anwendung dieser Methode in den meisten Städten Englands und den Hauptstädten des Continents ist ein sicherer Beweis von der Nützlichkeit derselben.

Man kann das Leuchtgas aus mehreren Substanzen und auf verschiedene Weise erhalten; indeß sind es die Steinkohlen und Ole, welche man am häufigsten für diese Zwecke anwendet. Die Bereitung des Gases aus Steinkohlen ist mit Schwierigkeiten verbunden, welche sich bei der Gewinnung desselben aus Ol nicht darstellen; wir beginnen daher mit der Beschreibung der Apparate, welche man gegenwärtig als die besten für die Gewinnung der Gase aus Ol betrachtet, ohne hierbei auf die chronologische Ordnung Rücksicht zu nehmen. Das Gas ist übrigens schon lange Zeit im Großen aus Steinkohlen gewonnen worden, ehe man daran gedacht hat die Ole selbst für diesen Zweck zu zersetzen.

Gasbeleuchtung mit Gas.

640. Die fetten Materien, welche man gewöhnlich zur Beleuchtung anwendet, werden durch den Licht zerlegt und

1423." in Folge. haben die Engländer das Steinkohlengas doch früher gekannt, als die Franzosen.

Dr. Clanton bemerkte im Jahr 1739 zuerst, daß beim Destilliren der Steinkohlen unter andern sich auch eine Lustart entwickelt habe, welche sogleich in Berührung mit einer brennenden Lampe Feuer fing. Er sammelte diese Lust in Schreyblasen auf und untertheilte seine Freunde oft damit. daß er mittelst einer Stednadel kleine Oeffnungen in die Blase machte und die Lust gegen eine Leuchtlanne preßte, wobei sie sich sogleich entzündete. N. u. G.

gerichtet, daß man in 24 Stunden 50000 Kubikfuß Gas erzeugen kann.

Die 25 Retorten liegen rund um eine gemeinschaftliche konische Esse, so daß die Zugöffnungen jeder Feuerstelle unmittelbar in dieselbe münden. Die Höhlung im Mittel der Essenbasis bildet ein Behältniß für die Asche der verschiedenen Feuerungen, welche vermöge der schiefen Lage der Abfälle hinab gleitet. Um die Retorten herum ist ein runder Platz für die Arbeiter. Außerhalb desselben liegt das Aalenmagazin.

Jeder Ofen hat eine besondere Esse, die sich ein wenig im Innern der konischen erhebt. Diese Essen sowohl, als die Ofen bestehen für sich und man kann deshalb jede Feuerung mit Zubehör ausbessern, ohne die große Esse, noch die benachbarten Feuerungen zu berühren.

659. Vorlagen. Dieser Apparat ist so einfach, daß wir beinahe dem, was bereits darüber gesagt worden ist, nichts beizufügen wissen. Man macht sie gewöhnlich aus Gußeisen. In Fig. 7. sieht man die Haupteinrichtung derselben. Die Röhren, welche von den Retorten angedrückt erheben sich, fallen wieder, und tauchen in die Flüssigkeit, welche in der Vorlage enthalten ist. Dieses ist die eingepresste Flüssigkeit, welche die Retorten auszuhalten haben. Während dieser Einrichtung sind alle Retorten isolirt.

Es ist nöthig, daß die Krümmung in der Leitungsröhre so hoch liege, um eine dem Bedürfnisse angemessene Pressung zu erzeugen, welche dem Gewichte des Gasometers entgegenwirke. Mag letzterer sich auch noch so ungleich bewegen, es kann sich doch nicht ereignen, daß die Flüssigkeit aus der Vorlage bis ins Knie der Röhre gedrückt wird. Um aber auf der andern Seite den Retorten unnöthige Pressung zu ersparen, und um das sich niederschlagende Theer abzulassen, versteht man die Vorlage mit einer gekrümmten Röhre (8), durch welche die überflüssige Flüssigkeit beständig abfließen kann.

660. Kondensator. Der Kondensator wird angewendet, um das Gas von Theer und Wasser, welches sich bei der Zersetzung verflüchtigt hat, zu befreien; man kann dazu gußeis-

ferne Röhren, welche in kaltem Wasser stehen, gebrauchen; sie müssen aber alle ein wenig geneigt gestellt werden. An dem untern Theil einer jeden ist ein kleines Rohr angestossen, welches bis in die condensirte Flüssigkeit hineinreicht. Diese Röhren müssen wenigstens einige Zoll in die Flüssigkeit hineingehen, um allen Gasverlust zu vermeiden.

661. Reinigungs- oder Waschapparat. Wenn das Gas von Theer und ammoniakhaltigem Wasser befreit ist, muß man es noch von Schwefelwasserstoffgas reinigen. Bis jetzt ist dieses jedoch noch nicht vollständig gelungen, daher ruhet der unangenehme Geruch des Gases, welches entweicht, ohne zu verbrennen, und der Geruch nach schweflichter Säure beim Verbrennen des Gases. Es ist aber auch möglich, daß ein Theil dieser Wirkung dem Schwefelalkohol zugeschrieben werden muß. Am häufigsten enthält das Gas jedoch Schwefelwasserstoffgas, weil es die Bleisalze sogleich schwärzt, was der Schwefelalkohol nie bewirkt.

Man kennt noch kein Mittel, das Gas von Schwefelalkohol zu befreien, es giebt deren aber Mehrere, wodurch man es von Schwefelwasserstoff reinigen kann. Bis jetzt hat man bloß Kalkhydrat als Kalkmilch angewendet. Sämmtliche Versuche, die man damit anstellte, hatten zum Zweck, das Gas mit Kalk in Berührung zu bringen, ohne es einer zu starken Pressung auszusetzen.

662. Unter allen Waschapparaten ist der in Fig. 2. m m dargestellte, der einfachste; es ist der Apparat von V é r a r d.

Früher mußte das Gas durch eine geneigte Röhre, welche mehrere halbe Scheidewände hatte, und durch welche eine Stange mit Ruhrarmen versehen gieng, ziehen. Von oben kam die Kalkmilch, und von unten das Gas herein. Die Stange wurde von oben bewegt und die Kalkmilch fiel von einer Scheidewand auf die andere und kam senach in Gestalt eines Regens mit dem Gase in Berührung. Unten war zugleich eine Röhre angebracht, welche die Kalkmilch in ein besonderes Gefäß leitete; oben war eine besondere Röhre zum Fortföhren des gereinigten Gases nach dem Gasometer.

Um die bewegende Kraft zu ersparen, wurde statt der Kalkmilch Kalkhydrat in Pulverform angewendet, aber das Gas drang nur an einzelnen Stellen durch dasselbe, und es diesen wurde der Kalk sehr bald gesättigt und unbrauchbar.

Bérard vervollkommnete diese Methode, indem er das Kalkhydrat mit Heu mischte und so dem Gase eine größere Berührungsfläche darbot; nun drang auch das Gas leichter und ohne einen besondern Druck überwinden zu müssen, durch diese schwammige oder poröse Masse. Nachher hat man statt des Heues, Moos mit Kalk vermengt, angewendet.

Durch dieses jetzt ziemlich allgemein verbreitete Mittel erspart man Kalk, auch ist die Reinigung des Gases besser. Um 10000 Kubikfuß Gas vollkommen zu reinigen, bedarf man ungefähr 1 Hectoliter Kalk. *)

663. Soll das Gas gut gewaschen werden, so muß man die beiden Arbeiten von einander trennen; nämlich das Gas bei einer sehr niedrigen Pressung erzeugen und es in einem besondern Gasometer auffangen, nachdem es aus dem Condensator kommt. Ist dieser Gasometer voll, so läßt man es in den Waschapparat und von da in den eigentlichen Gasometer gehen.

Mittels einer Saugpumpe wird das Gas in den ersten und mittels einer Druckpumpe in den zweiten Gasometer gebracht; auf dem Wege nach dem zweiten Gasometer muß es so viel Lagen Kalkmilch oder Kalkhydrat durchziehen, als man für nöthig erachtet. Im Hôpital St. Louis zu Paris hat D'Arcet diese Methode ausgeführt. Die Pumpen saugen das Gas aus dem Condensator oder auch aus den Retorten selbst.

Dasselbe System hat man im Großen in dem Königl. Gaswerke (Usine française) in Paris ausgeführt, statt der

*) In Frankreich verkauft man allerding die Einführung dieses Waschapparats Bérard, in England wurde er aber früher von Philippe angewendet, und zuerst in den Gaswerken zu Exeter und Leeds. Später in Southampton, Newport, Birmingham etc. eingeführt. Die englischen Reinigungsapparate dieser Art, und von den in Fig. 2. Tafel 16. angezeichneten so fern verschieden, als in jedem Gefäß von $3\frac{1}{2}$ Höhe 3 durchbohrte Platten (C) in 8 bis 10 Entfernung über einander angebracht sind. Auf jeder dieser Platten liegt der mit Moos vermischte Kalk 3 bis 6" hoch. A. u. B.

Pumpen aber eine Archimedische Schraube Fig. 9. welche durch eine Dampfmaschine oder Pferde bewegt wird, angewender. Man verhindert durch diese Vorrichtung den geringsten Druck in den Retorten, und das Gas im Gasometer erhält die zum Ausströmen nöthige Pressung. *)

664. Gasometer. Es ist ein in einem gefüllten Wasserbottich umgestürztes Gefäß. Dieser Bottich kann aus Holz seyn, wenn der Gasometer klein ist; leider aber sind diese hölzernen Bottiche nicht wasser- oder luftdicht, wenn sie nicht immer voll erhalten werden können und sind außerdem auch nicht stark genug, um der Wassermasse die für Gasometer zu Gasbeleuchtungen großer Städte erforderlich ist, Widerstand zu leisten. Unterirdisch gemauerte Reservoirs hat man selbst in den größten Dimensionen zweckmäßiger gefunden. (Siehe Fig. 1). In Paris hat die Compagnie française einen von 100 Fuß Durchmesser und 50' Tiefe gebaut. In England macht man dieselben aus Gußeisenplatten, die mittelst Schrauben verbunden werden; sie haben den Vortheil, daß sie von allen Seiten untersucht werden können, wenn sie Wasser fallen lassen. (Fig. 2).

In Frankreich sind diese jedoch minder vortheilhaft, weil das Gußeisen theils theuer und dagegen die Mauerung wohlfeiler ist.

665. Die Gasometer werden aus Eisenblech von 1 Linie Dicke zusammen genietet. Um sie gegen das Rosten zu schützen, muß man sie in der Wärme mit heißem Theer überstreichen und diese Arbeit alle Jahre wiederholen. Der Gasometer ist gewöhnlich so schwer, daß wenn man ihn nicht durch ein Gegengewicht ins Gleichgewicht brächte, so würde das hineintretende Gas eine ungemein große Pressung zu überwinden haben, und weder die Ritze von den verschiedenen Fugen noch die Retorten würden lange halten.

666. Die gewöhnliche Methode, die Gasometer aufzuhängen, ergiebt sich aus Fig. 2. Die Vorrichtung besteht aus einer Kette, die über zwei bewegliche Rollen geht und

*) Außer den hier angegebenen Gasreinigungsmethoden hat Herr Palmer in der Königl. Münze zu London auf das Verfahren, Gas durch eine roth- warme Retorte über feine Blechspitzel zu leiten, ein Patent erhalten. N. u. F.

an welche an dem einen Ende so viel Eisengewicht angehängen ist, daß der im Wasser befindliche Gasometer damit im Gleichgewicht erhalten wird. Sobald der Gasometer aus dem Wasser steigt, wird aber das Gleichgewicht aufgehoben; weil die Masse, welche aus dem Wasser hervortritt, mehr als im Wasser wiegt. Durch das zunehmende Gewicht der Eisenslette, die auf der Seite, wo das Gegengewicht anhängt, immer länger, also schwerer wird, je höher der Gasometer steigt, wird der Gleichgewichtszustand in jedem Augenblick immer wieder hergestellt.

Man sieht leicht ein, daß die Kette ein Mittel darbietet, die Gewichtsabweichungen wieder aufzuheben. Steigt der Gasometer aus dem Wasser, so ist die Zunahme des Drucks gleich dem Gewicht des Wassers, was er verdrängt hatte, der zugleich aber wieder um so viel abnimmt, als der Theil der Kette wiegt, welcher horizontal geworden ist. Andererseits aber ist das Gegengewicht um so viel schwerer geworden, als das Gewicht der Kette beträgt, die über die zweite Rolle nunmehr herabhängt. Das Gleichgewicht wird nicht gestört, wenn das Gewicht dieser zwei Kettenstücke gleich ist dem Gewicht des Wassers, welches der Gasometer, als er im Wasser stand, verdrängt hatte; d. h. das Gewicht eines Stückes Kette muß gleich seyn dem halben Gewicht des durch ein gleich hohes Gasometerstück, verdrängten Wassers.

Man macht von diesem Saze wirklich Anwendung. Diese Ketten sind zwar sehr schwer, aber doch bequem zum Gebrauch.

667. Dieses einfache Mittel kann aber bei dem Gasometer Fig. 1. nicht angewendet werden. Hier ist das Reservoir unter der Erde und man hat dabei den Druck vermeiden wollen, welchen die Unterstüßungsäulen der Rollen, worüber die Ketten gehen, auf die Wand desselben ausüben; es ist daher Alles so eingerichtet, daß dieser Druck von dem Boden des Gefaßes aufgefangen wird. In der Mitte desselben erhebt sich, nämlich eine hohle gußeiserne Säule, auf welcher oben die Rollen für die Ketten befestigt sind, woran der Gasometer hängt; der Spielraum für das Gegengewicht ist das Innere der hohlen Säule. Es muß sonach der Gasometer besonders geformt seyn. Deshalb ist in der Mitte des-

selben eine Oeffnung, ein wenig größer als der Durchmesser der Säule, und die Ränder dieser Oeffnung sind sorgfältig mit einem Blechrohre verbunden, welches die im Wasser stehende gußeiserne Säule umgiebt und mit dem Gasometer gleiche Höhe hat. *)

Bei dieser Einrichtung kann die Verlängerung der Kette im innern Cylinder nicht der senkrechten Erhebung des Gasometers gleich seyn; der Unterschied variirt hier nach dem Stande des Gasometers: derselbe ist um so größer, je höher der Gasometer steigt. Es muß daher die Kette an einem Ende schwerer als am andern seyn, wenn man beabsichtigt, durch dieselbe das Übergewicht des Gasometers, je höher es aus dem Wasser steigt, zu compensiren.

Diese Gasometer sind wohlfeiler als die ersten, weil man das theure Gerüst fürs Gegengewicht erspart, und weil man nicht nothig hat, besondere Vorrichtungen zu construiren, um denselben in senkrechter Richtung zu bewegen. Die senkrechte Säule allein ist zu diesem Zwecke hinreichend.

668. Um kostspielige Reservoirs zu vermeiden, hat Gengembre einen Gasometer, der gleich einem Futteral in Zernrohren in einander geschoben werden kann, vorgeschlagen, und diese Idee ist in der Königl. Gaschutte (usine royale) zu Paris ausgeführt worden. Dieser Gasometer ist auf Taf. 16. Fig. 1-4. dargestellt. Er besteht aus mehreren kurzen in einander steckenden Zylindern von geringerer Höhe, als die Tiefe des Reservoirs, welche durch kleine Rinnen und Haken mit einander verbunden werden. Die Rinnen sind mit Wasser gefüllt und dieses schließt die Last ab vom Gasometer. So wie der Gasometer nach und nach fällt, sondern sich die Capseln, doch kann die Sonderung der nächsten Capsel nicht eher erfolgen, als bis der untere Theil der ersten Capsel, welche fällt, völlig unter Wasser steht.

*) Im Durchschnitt hat der Gasometer dann die in Tafel 17. Fig. 4. und 5. dargestellte Form.

(a) Gasometerwände.

(b) Durchschnitt des eingesetzten Blechrohres.

(c) hervorstechende Ränder an der obern Öffnung, die in Fig. 2. eingezeichnet und an der Rohrwand gesichert sind. B. u. G.

In denselben Anstalten hat man auch Gegengewichte aus Wasser versucht. Dasselbe besteht aus einem vollgefüllten Wasserlasten, der so viel wiegt, als der Gasometer in freier Luft. In dem Maße als der Gasometer im Reservoir sinkt, verliert er Wasser und dadurch wird das Gleichgewicht erhalten.

669. Röhrenleitungen. Die Röhrensysteme, durch welche man das Gas durch verschiedene Arme und Zweige, vorzüglich bei Beleuchtung großer Städte, fortführt, müssen einzeln betrachtet werden. Zum Fortleiten des Gases in Straßen zieht man gut zusammengefügte gußeiserne Röhren vor, in Privathäusern werden Röhren aus Blei angewendet. Man kann sie indeß auch aus Kupfer, Weißblech oder Messingblech machen. Was ihre Dimensionen betrifft, so kann man durch eine höhlige Röhre bei 1" Wasserpressung 6000 Kubikfuß in der Stunde fortbringen, wobei ein großer Verlust an Geschwindigkeit durch Friction angenommen ist.

670. Soll das Gas in einer großen Stadt umher geleitet und vertheilt werden, so ist es am bequemsten, den Gasapparat in der Mitte der Stadt zu haben; dann können die Röhren, vermöge des kürzern Weges, von geringerer Länge und Weite seyn. Am öftesten findet man die Gasstätten außerhalb der Städte, gewiß weil die Baupläze in den Vorstädten wohlfeiler sind. *)

Die Hauptröhren müssen so weit seyn, daß sie alles Gas, was in einer Nacht verbrannt wird, fortzuschaffen im Stande sind. Ubrigens kann man die Anschaffungskosten für die Leitungsröhren sehr vermindern, auch das Gas viel regelmäßiger fortführen, wenn man an verschiedene Punkte in großen Städten Gasometer, welche am Tage gefüllt werden, etablirt. Durch dieses Verfahren gewinnt man an Zeit, welche nöthig ist, das Gas aus dem Hauptgasometer in die Nebengasometer zu bringen; es kann sich daher die Größe der Verbindungsröhren zwischen den Gasometern, umgekehrt wie die Zeit verhalten, die man zum Fortleiten des Gases auf

*) Wegen Feuersgefahr und des unvermeidlichen übeln Geruchs derselben, erlaubt die Polizei selten, Gasstätten mitten in die Städte zu verlegen. A. u. G.

wenden kann. Diese Verbindungsrohren zwischen den Gasometern selbst können mit besondern Armen versehen werden, zum Vertheilen des Gases auf dem Wege.

In Glasgow befolgt man ein ähnliches System. Das Gas wird in einem Etablissement außerhalb der Stadt erzeugt, woselbst ein Gasometer von 25000 Kubikfuß Inhalt sich befindet. In den verschiedenen Stadtvierteln sind noch drei ähnliche Gasometer. Es ist deshalb möglich, daselbst die Hauptrohren kleiner zu machen, als es nothig seyn würde, wenn sämtliche Gasometer alle an einem einzigen Punkte sich befanden. *)

671. Schon oben wurde angegeben, daß das Gas bei einer Pressung von $\frac{1}{2}$ oder 1 Zoll Wasser, sehr gut brennt. Indes sind dieß nicht bestimmte Grangen und vielleicht selbst nicht die zweckmäßigsten. Die Pressung sollte verschieden seyn, wenn man aus dem Gasometer Lampen, die bedeutend höher liegen als andere, versorgen muß. Die Pressung des Gasometers muß eigentlich in umgekehrten Verhältniß stehen, mit dem auf jeder Lampe statt findenden atmosphärischen Druck.

672. Die Röhren müssen in den Straßen tief genug gelegt werden, damit sie nicht öftern oder schnellen Temperaturwechsel unterliegen, wodurch sie sich entweder zu schnell zusammenziehen oder ausdehnen würden.

*) Unter den vielen Gashütten, welche ich zu sehen Gelegenheit hatte, zeichnet sich die zu Glasgow am vortheilhaftesten aus.

Sie steht unter der Leitung des thätigen und geschickten Herrn Nelson. Das Gas wird aus Kannelkohle bereitet. Es sind 4 Gashäuser daselbst, jedes mit 40 Retorten, die um eine gemeinschaftliche Esse liegen.

Die Retorten sind 5' lang, $1\frac{1}{2}$ " stark in Eisen, elliptisch geformt, im Lichten 18" breit und 10" hoch. Die Retortenabfälle sind an den Seiten angebracht.

Das condensirte Theer wird als Feuerungsmaterial benutzt.

Alle 4 Stunden werden die Retorten gefüllt und jedesmal 168 Pfund Steinkohlen eingelegt, woraus man 840 Kubikfuß Gas erhält.

Im Jahr 1826, wurden daselbst 76,800,000 Kubikfuß Gas bereitet, dieses wird in äußern Röhren von 10" bis $\frac{3}{4}$ " Durchmesser fortgeleitet. Die Länge der gesammten äußern Röhrentour für Gas beträgt in Glasgow 410,000 Fuß. Alex.

Da sie hermetisch mit einander verbunden werden müssen, so ist bei dieser Arbeit sehr viel Sorgfalt nöthig.

Fig. 10 zeigt zwei mit einander verbundene Röhren. Die eine hat einen Kranz aa, welcher in das Schloß der andern Röhre paßt. Auf dem Boden dieses Schloffes liegt getheerter Hanf. Beide Röhrenenden haben kreisrunde Furchen; auch ist jede mit 4 Fehren versehen, durch welche die Schrauben gehen, wodurch der getheerte Hanf fest zusammen gepreßt wird; um die Doffnung, welche beide Röhrenenden lassen, wird rund herum Thon geklebt, oben eine Oeffnung hinein gemacht und geschmolzenes Blei hineingegossen, dasselbe füllt den Raum o, o, aus. Der Thon wird abgenommen und das Blei fest zusammen geschlagen. Die bleiernen Gasröhren in Häusern haben für 6 bis 8 Lampen selten über 6 und 9 Linien im Durchmesser; das Licht brennt jedoch gleichförmiger, wenn die Röhren größer sind. Man giebt den Röhren bis 2" Durchmesser, wenn 20 bis 30 Lampen mit Gas versorgt werden sollen.

673. Lampen. Ist das Gas an den Ort, wo es verbrannt werden soll, angelangt, so tritt es entweder in eine einfache oder in eine Art Argandische Lampe.

Im ersten Falle endigt die Gasröhre in eine stumpf zulaufende Spitze, in welcher eine Oeffnung zum Entweichen des Gases befindlich ist. In einiger Entfernung von der Spitze ist ein Hahn, welchen man öffnet, sobald das Gas angezündet werden soll.

Zuweilen macht man statt eines einfachen Loches einen feinen Schnitt, wodurch eine breitere Flamme erzeugt wird.

Diese Einrichtungen sind jedoch nur bei Straßenbeleuchtungen gebräuchlich, wo die Ersparnisse am Glas für besondere Glaszylinder größer sind, als die Ersparnisse am Gas. Wird das Gas aber zum Beleuchten der Häuser angewendet, so ist es vortheilhafter, eine ruhige Flamme zu haben, und es werden deshalb Glaszylinder angewendet.

Diese Lampen haben dann Ähnlichkeit mit argandischen Lampen. Das Leitungrohr endigt mit einem Ringe, auf welchem ein durchlochstes Stahlplättchen gelegt ist. (Fig. 15.)

Wir werden später sehen, wie viel Öffnungen und von welcher Größe sie seyn müssen, auch werden wir den richtigen Durchmesser des Ringes und des Glaszylinders bestimmen. (682.)

674. Wir wollen jetzt das Verfahren bei der Gas erzeugung im Allgemeinen betrachten.

Schon oben (611) haben wir angegeben, welche Steinkohlenarten zur Gas erzeugung geeignet sind. Wir müssen noch hinzufügen, daß Steinkohlen, welche viel Schwefelkies führen, nie angewendet werden sollten, von welcher Beschaffenheit sie auch übrigens seyn mögen. Bei gleichartigen Steinkohlen sind die schwefelkiesärmsten die vorzüglichsten; es ist oft weit besser die wasserstoffarmen Steinkohlen zu diesem Zweck anzuwenden, im Falle sie weniger Schwefelkies enthalten, als wasserstoffreiche zu nehmen, welche dagegen viel Schwefelkies einschließen. Bei der Destillation im Großen giebt

| | |
|------------------------------------|----------------|
| 1 Kilogr. Kesselkohle | 320 Liter Gas. |
| 1 — gewöhnliche engl. Steinkohle | 250 — |
| 1 — Steinkohlen aus Nordfrankreich | 210 — |

Diese Quantitäten sind nach der Zeit und der Temperatur, die man zum Destilliren anwendet, verschieden.

675. Um Gas zu erzeugen, werden zuerst die Retorten rothwarm gemacht und dazu entweder Steinkohlen oder Koke verwendet. Hat die Retorte 15'' Durchmesser bei 5' Länge, so kann man auf einmal 100 Kilogr. einschütten. Man muß die Steinkohlen gleichförmig in der Retorte ausbreiten, auch muß hinlanglicher Raum vorhanden seyn, damit sich die Koke ausblähen können. Der Retortendeckel wird dann eingelegt, nachdem man vorher die Ränder mit Erdfitt verstrichen hat und jener dann mit einer Schraube scharf angepreßt.

Man unterhält eine angemessene Temperatur, während 6 Stunden. Ist die Temperatur zu niedrig, so erzeugt sich viel Theer und wenig Gas, ist sie sehr hoch, so erhält man viel Gas, aber es ist mit Wasserstoff oder auch Halbkohlenwasserstoffgas (Sumpfluft) vermischt, welches zugleich sehr leicht und schlecht leuchtend ist.

dreht und der Kitt vom Deckel losgeschlagen.

Das Gas entweicht durch die Spalten, zündet, sodann der Deckel abgenommen. Um wird die Detonation des Gases vermieden, die findet, wenn man den Deckel schnell abnimmt. Retorte offen, so ist dieselbe von der Vorlage und Apparaten abgeschlossen; die Röhre werden mittels herausgezogen und auf der Erde ausgeblasen, sie leicht verlöschen. Die Retorten werden dann gefüllt und die Destillation beginnt aufs neue.

Das Füllen und Ziehen einer Retorte dauert 3 Minuten Zeit nicht erfordern.

Ein Hektoliter Steinkohlen giebt 1,4 Hektol. Gas, erfordert 0,7 Hektol. Röhre zum Destilliren, welche nur 6 Stunden währt.

Das Gas und die übrigen Röhren können verwendet werden. Das Theer wird selten angewendet; man kann daraus bereiten, wenn man es in Retorten in angefeuchteten Röhren gefüllt und bis zum Rothwerden. Das Wasser, welches sich zugleich mit dem Gas abdestillirt, ist ammoniakalisch, aber nicht genug, um es zu benutzen zu können. Der Kalk, welcher das Gas gedient hat, ist ohne alle fernere Anwendung.

*) In vielen Gegenden Englands wird der Kalk, dessen man sich des Gases bedient hat, nachdem er eine Zeit lang an der

676. Bestandtheile des Leuchtgases. Sie sind h. Art der Masse, woraus sie bereitet werden, und der Temperatur, bei der sie sich gebildet haben, verschieden, auch bei ein Kohlengas verschieden, nach der Zeit, die man zur Desazation angewendet hat.

Olgas besteht aus den vom Faraday entdeckten Kohwasserstoffen (495), aus öhlbildendem Gas, Cumpfluft, Olenorydgas, freiem Wasserstoff und ein wenig Stickstoff. Die Dichtigkeit ist verschieden, und ist bei gut bereitetem Gas der Luft gleich, oder wenigstens $\approx 0,8$ bis $0,9$. Aus folgender Tabelle ersieht man die Bestandtheile vier verschiedener Olgasarten. No. 1 und No. 2 sind bei der Rothglühung dargestellt, No. 3 bei der niedrigsten Temperatur, wo man das Ol nur noch zersehen konnte. Dieses Gas hat Henry im Kleinen bereitet. No. 4 war aus der Anstalt von Taylor in London, der das Gas aus Fischthran zieht.

Das von Chlor absorbirte Gas ist ein nicht näher bekanntes Gemisch aus dampfförmigen Wasserstoffcarburen (2—94) und Kohlenwasserstoff (487).

| Dichtigkeit. | 100 Raumtheile | | | | | | |
|--------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|------------|--------------|---------------|--------------|
| | Berichte-ter Gas-erlosf. | Erzeugte Kohlen-saure. | Enthalten | | | | |
| | | | Von Chlor absorbir-tes Gas. | Cumpfluft. | Kohlen-oryd. | Wasser-stoff. | Stick-stoff. |
| 0,467 | 116 | 61 | 6 | 28,2 | 14,1 | 45,1 | 6,6 |
| 0,500 | 178 | 100 | 19 | 32,4 | 12,2 | 32,4 | 4 |
| 0,758 | 220 | 130 | 22,5 | 50,3 | 15,5 | 7,7 | 4 |
| 0,906 | 260 | 158 | 38 | 46,5 | 9,5 | 3 | 3 |

selfsaure versetzt, nochmals destillirt und verkauft. Macintosh in Glasgow kauft die Naphta, um Gummi Elasticum aufzulösen, womit er die sogenannten luft- und wasserdichten Kleider macht.

Das russlandische Pech wird zur Kalkfabrikation benutzt. Mit dem Theer wird auch oft die Kote besprenat, welche zur Feuerung in den Gasmotoren dient, um sie leicht entzündlich zu machen. Alex.

Beim ersten Anblick scheint es, als müßten die Dichtigkeiten und die Bestandtheile verschiedener Gase sich gleich bleiben, weil die angewandte Masse dieselbe ist, und die Abweichungen in den verschiedenen Destillationsperioden zu finden können, wie dieß dagegen bei der Steinkohlendestillation der Fall ist. Aus obiger Tabelle ersieht man, daß die Dichtigkeit mit der Zusammensetzung im bestimmten Zusammenhange ist, so daß man nach der Dichtigkeit die Leuchtstärke des Gases beurtheilen kann. Auch folgt aus den von Christison und Turner angestellten Versuchen, daß die Dichtigkeiten der im Großen bereiteten Gase von 0,8 bis 1,110 abweichen können, am häufigsten aber variiren sie von 0,8 bis 0,9.

Die Abweichungen hängen übrigens von der Temperatur ab, bei welcher die Zersetzung geschieht. Ist sie niedrig, so erzeugen sich Wasserstoffcarbure in größerer Menge, so wie Kohlenwasserstoffgas.

Bei erhöhten Temperaturen bildet sich vermehrt Eumpflust und freies Wasserstoffgas, wobei sich Kalk in den Retorten präcipitirt und das Gas an leuchtender Kraft verliert.

Gas von 0,8 bis 0,9 spec. Gewicht enthält theils 18 bis 20 pCt. Wasserstoffcarbure.

677. Was das Steinkohlengas betrifft, so ist dasselbe sehr verschieden. Ohne auf Schwefelwasserstoff oder Kohlensäure, die damit vorkommen, Rücksicht zu nehmen, wollen wir in folgender Tabelle nur die Gase betrachten, welche von Kalk nicht absorbirt werden. Ubrigens enthält Steinkohlengas von mittlerer Güte 2 bis 3 pCt. Wasserstoffcarbure.

| Dichtig-
keit. | 100 Raumtheile | | | | | | |
|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | Verzehr-
ter Sauer-
stoff. | Erzeugte
Kohlen-
saure. | Enthalten | | | | |
| | | | Von
Chlor-
abiorbir-
tes Gas. | Wasserdampf-
luft. | Kohlen-
oxydgas. | Wasser-
stoff. | Stick-
stoff |
| 0,650 | 217 | 128 | 13 | 82,5 | 3,2 | 0 | 1,5 |
| 0,620 | 149 | 106 | 12 | 72 | 1,9 | 8,8 | 5,3 |
| 0,670 | 196 | 108 | 12 | 58 | 12,3 | 16 | 1,7 |
| 0,500 | 166 | 95 | 7 | 56 | 11 | 21,3 | 4,7 |
| 0,545 | 78 | 50 | 0 | 20 | 10 | 60 | 10 |

Die in der Tabelle unter No. 1 bezeichneten Resultate sind die wichtigsten; sie zeigen, daß das Gas schlechter wird, je länger der Destillationsprozeß währt. Alle oben in der Tabelle aufgestellten Werthe wurden aus derselben Steinkohle (Kannelkohle) erhalten und zwar No. 1, 2 und 3 allmählich während der ersten Stunde des Destillationsprozesses, 4 aber erst nach 5 Stunden und No. 5 erst nach 10 Stunden. Vor der Analyse wurden die Gase von Schwefelwasserstoff und Kohlensäure mittelst Kaliselution befreit.

Man sieht ferner, daß das specifische Gewicht des besten Steinkohlengases nicht über 0,6 betragen kann; dieses ist das specifische Gewicht des schlechtesten Olgases. Würde man das Gas aus dem Gasometer selbst, nachdem der Destillationsprozeß beendigt ist, untersuchen, so würde das specifische Gewicht zwischen 0,4 bis 0,5 liegen. Wir sehen übrigens auch aus dieser Tabelle, daß man aus dem specifischen Gewichte auf den Gehalt an Kohlenwasserstoff etc. bei Steinkohlengas, so gut wie bei Olgas schließen kann; wechhalb man die Güte des Steinkohlengases auch aus dem specifischen Gewichte beurtheilen kann.

673. Die Dichtigkeit des Steinkohlengases variiert beträchtlich im Gasometer von 0,4 bis 0,65. Dieses giebt zu neuen Untersuchungen Anlaß, die auf Olgas nicht anwendbar sind.

Bei Olgas ist es nämlich erwiesen, daß es vortheilhaft dichtetes Gas zu erzeugen, selbst wenn man an Volumen

angenommen, daß das Öl in einer Carcel'schen Lampe brennt und daß in diesen drei Fällen das Licht gleich stark ist.

Dauer der Beleuchtung.

Aufgang.

1 Stunde . . . 42 Gr. Öl.

1 — . . . 106 bis 110 Liter Steinkohlengas.

1 — . . . 28 — 30 — Delgas.

Später werden wir diese drei Beleuchtungsmethoden mit den andern vergleichen. Wir begnügen uns hier zu merken, daß, wenn der Gasaufgang für eine gewöhnliche Lampe gleich ist 138 Liter Steinkohlen und 38 Liter Delgas, so stehen die Leuchtkräfte zu den einer Carcel'schen Lampe die 42 Gr. Del verbrennt, in dem Verhältniß von 100:12 also um ohngefähr $\frac{1}{8}$ höher.

Das Licht einer ähnlichen Gaslampe ist gleich 12 Lichtern, 6 auf's Pfund oder 9 Wachsterzen, 5 auf's Pfund.

682. Gestalt und Stellung der Gasleuchte oder Lampen (Beck). Alles was diesen wichtigen Gegenstand betrifft, sollte nach den wichtigen Beobachtungen Davy's über die Natur der Flamme berechnet werden. Man hat sehr oft bezweifelt, daß ein bis zur Rothglühung erwärmtes Gas, leuchtend werden könne, aber die Wasserstofflampe, obgleich sie nur schwach leuchtet, und die Kohlenoxydgase beweisen das Gegentheil. Es ist übrigens ausgemacht, daß ein reines Gas gewöhnlich beim Verbrennen ein außerordentlich schwaches Licht entwickelt.

Es ist daher nöthig die Quelle der Leuchtkräfte in Gase aufzusuchen, und man findet sie in einem zufälligen Phänomen bey allen den Gasen, die eine große leuchtende Kraft besitzen. Gewisse Gase erzeugen nämlich beim Verbrennen feste Körper, andere zerfallen in der Rothglühung und lassen einen festen Körper als Rückstand. Werden diese festen Körper erhitzt, so strahlen sie eine große Menge Licht aus, so lange als sie die feste Form nicht verloren haben.

683. Man kann dieses vielfach nachweisen. Wir wollen zu diesem Zweck vorher die Leuchtkräfte verschiedener Gase vergleichen. Phosphorwasserstoff, Kohlenwasserstoff stehen oben an, sodann folgt Sumpflust, Cyanogen, Kohlen-

Wasserstoffgas und Wasserstoffgas. Letzteres giebt beim Verbrennen kein festes Produkt, während Phosphorwasserstoff, Phosphorsäure erzeugt, welche sich präcipitirt und schnell bis zum Rothgluhen erhitzt wird. Kohlenwasserstoff und alle hierher gehörigen Verbindungen werden bei erhöhter Temperatur in Kohle und Wasserstoff oder Sumpflust zersetzt. Die sich niederschlagende Kohle leuchtet, aber in dem Maße als sie verbrennt, verliert die Flamme an Leuchtkraft. Diesen Kohlenniederschlag kann man durch ein sehr leichtes Experiment abweisen. Hält man nämlich ein Drahtnetz mitten in einer Kohlen- oder Gasflamme, so zeigt sich ein dicker schwarzer Rauch über diesem Netz; dagegen bemerkt man nur wenig oder gar keinen Rauch, wenn die Flamme an der Basis, wo sie blau brennt, mit dem Metallgewebe durchschnitten wird. An der Basis einer gewöhnlichen Flamme verbrennt demnach eine Portion Gas oder Dämpfe, die sie erzeugt; es findet aber auch zugleich eine theilweise Zersetzung dieses Gases oder dieser Dämpfe statt. Nach der Mitte zu wird die Verbrennung fortgesetzt, und die Zersetzung geschieht vollkommen; präcipitirt sich Kohle und das Licht wird sehr lebhaft. An der Spitze verbrennt die Kohle und der Ueberrest des Gases ist unbrauchbar und das Licht wird schwächer.

Sollte man über die Wirkung fester Körper beim Verbrennen noch einigen Zweifel hegen, so darf man nur, um denselben zu beseitigen, ein Stückchen Platin oder eine Amianthfaser in eine reine Wasserstoffflamme halten. Diese Körper werden in dieser, an und für sich kaum sichtbaren Flamme leuchtend weiß.

684. Diesen verschiedenen Resultaten zu Folge, ist es klar, daß bei der gewöhnlichen Beleuchtung die Leuchtkraft der Flamme einem Kohlenniederschlag zugeschrieben werden muß, der in Folge der Zersetzung des Gases oder der Dämpfe, welche erzeugt werden, entstand. Die Leuchtkraft der Flamme kann aber nur verstärkt werden, je höher die Temperatur ist, welcher man die Kohlen aussetzt; sonach muß das Gemisch, welches verbrennt, Wasserstoff genug halten, um dieser allein entwickelt beim Verbrennen die erhöhte Temperatur, welche nothig ist, um die Kohle weißglühend

zu machen, angenommen, daß die Verbrennung im Kleinen mittelst der atmosphärischen Luft geschieht.

Was die Verhältnisse der Flamme zur Luft betrifft, so ist es erwiesen, daß Luft in hinreichender Menge vorhanden seyn muß, wenn die Verbrennung vollständig erfolgen soll, und daß ein Übermaaß schädlich ist, entweder weil die Flamme abgeköhlt wird, oder weil die vollkommene Verbrennung zu schnell erfolgt.

Bei zu wenig Luftzutritt erfolgt eine bloß unvollkommene Verbrennung und eine Temperaturerniedrigung, dieses vermindert die Leuchtkraft der Flamme und giebt zur Entstehung von Rauch Veranlassung.

Das Maximum der Leuchtkraft einer Flamme findet daher gewiß dann Statt, wenn sie nahe daran ist, Rauch zu entwickeln; das Licht nimmt ab, sobald dieser Temperaturgrad steigt oder sinkt.

Doch ist es kaum zu vermeiden, daß man nicht in einer oder den andern dieser Fehler verfallt; denn wenn es einerseits nöthig ist, daß die Kohle sich niederschlägt, so ist es andererseits auch nöthig, daß sie schnell und vollkommen verbrenne, um die Temperatur der Flamme zu erhöhen. Da die Mittel, welche den Niederschlag befördern, die Verbrennung stören und dagegen die, welche ein lebhaftes Verbrennen bewirken, verhindern, daß sich Kohlen niederschlagen, so kann dieser Gegenstand nur durch genaue Experimente näher erörtert werden.

Was das Gas betrifft, so haben folgende drei Umstände vorzüglich Einfluß auf die Intensität der Flamme. Die Form und Dimensionen der Flamme selbst, die Einrichtung der Lampe und die Gestalt des darauf befindlichen Aufsatzes oder Zylinders. Wir wollen diese Punkte betrachten nach den Versuchen von Turner und Christison.

665. Der wesentlichste Punkt bei der Flamme ist deren Länge. Sie hat den größten Einfluß auf die Leuchtkraft, und letztere nimmt in einem größern Verhältniß zu, als der Aufwand an Gas. Dieses beweisen folgende Resultate, welche man mit einer einfachen Lampe bei Steinkohlengas erhalten hat:

| | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Länge der Flamme . . . | 2 | 5 | 4 | 5 | 6 |
| Erhaltenes Licht . . . | 55,6 | 100 | 150,6 | 197,8 | 247,4 |
| Verzehrtes Gas . . . | 60,5 | 101,4 | 126,3 | 143,7 | 182,2 |
| Für denselben Gasauf- | | | | | |
| gang erhält man an | | | | | |
| Licht | 100 | 109 | 131 | 150 | 150 |

Daraus folgt, daß mit derselben Quantität Steinkohlengas Licht erzeugt werden kann, dessen Stärke sich wie 2:3 verhält, wenn man die Flamme von 2 bis auf 5 Zoll verlängert. Über 5 Zoll gewinnt man aber nichts mehr.

Mit einer einfachen Ölgaslampe sind die Resultate dieselben:

| | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Länge der Flamme . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Licht | 22 | 63,7 | 96,5 | 141 | 178 |
| Aufgang an Gas . . . | 33,1 | 78,5 | 90 | 118 | 153 |
| Für denselben Gasauf- | | | | | |
| gang erhält man an | | | | | |
| Licht | 100 | 122 | 159 | 181 | 174 |

Die Lichtzunahme ist auch hier im Verhältniß, wie 2 zu 3 bei einer zwei und vierzölligen Flamme, aber über 4 Zoll ist bei Ölgas nichts mehr zu gewinnen.

686. Das, was bei einer einfachen Lampe geschieht, wiederholt sich bei einer Argand'schen. Man findet den Beweis in folgenden Resultaten, welche bei einer Lampe mit 5 Öffnungen und Steinkohlengas von 0,605 spez. Gewicht erhalten wurden.

| | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. |
|---------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Höhe der Flamme . . . | $\frac{1}{2}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Licht | 18,4 | 92,5 | 260 | 309 | 332 | 426 |
| Aufgang | 83,7 | 148 | 203 | 241 | 265 | 318 |
| Erhaltenes Licht für den- | | | | | | |
| selben Gasaufwand | 100 | 282 | 560 | 582 | 532 | 604 |

Sonach ist die Lichtmenge sechsfach, wenn anstatt einer halbzölligen Flamme, man Gas mit 3 oder 4" langer Flamme brennt. Ist die Flamme länger als 5 Zoll, so bietet sie nur einen unbedeutenden Vortheil dar.

Dieselben Resultate erhält man bei Ölgas. Das Gas wog 0,610 und die angewandte Lampe hatte 15 Löcher.

| | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. | Zoll. |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Höhe der Flamme | 1 | 1 | 1½ | 2 | 2½ |
| Licht | 31,4 | 153 | 241 | 377 | 435 |
| Aufgang | 97,4 | 173 | 216 | 255 | 268 |
| Für denselben Gasaufgang | | | | | |
| erhielt man an Licht | 100 | 276 | 317 | 460 | 472 |

Weil die Flamme über 2½ Zoll Länge anfang zu rasen, konnte man sie nicht mehr verlängern.

687. Diese einfachen Thatsachen erklären sich jedoch nach den oben aufgestellten Principien leicht. Vermehrt man die Länge einer einfachen Gasflamme, so erweitert sich dieselbe nothwendigerweise und nachher bietet sich, im Verhältniß zum Gasvolumen, eine geringere Berührungsoberfläche mit der atmosphärischen Luft dar. Ist in den argandischen Lampen die Flamme kurz, so ist der Luftzug stark genug, um eine vollkommene Verbrennung zu bewirken, ehe der Kohlen niederschlag entstehen kann.

Für eine Gaslampe von gegebenen Dimensionen giebt eine gewisse Flammenlänge das Maximum von Licht, und diese Länge darf nicht verändert werden, wenn zu gleicher Zeit nicht auch der Luftzutritt verändert wird.

Man könnte übrigens mit dem Hahne, welcher zum Abschließen des Gases dient, eine Platte verbinden, welche die Öffnung für den Luftzutritt entweder erweiterte oder verengte, so daß, wenn man den Hahn öffnen oder schließen wollte, man das Licht vermehrte oder verminderte.

688. Der Durchmesser der Öffnungen, durch welche das Gas entweicht, verdient auch eine sorgfältige Berücksichtigung, und es können für Öl und Steinkohlengas die Durchmesser der Öffnungen nicht gleich seyn; auch ist für beide Gase zu berücksichtigen, daß wenn die Lampe eine einfache ist, die Temperatur niedriger seyn wird, als bei einer mit mehreren Öffnungen, so daß eine einfache Öffnung größer seyn muß, um denselben Effect hervorzubringen.

Christison und Turner nehmen an, daß für Steinkohlengas in einer einfachen Lampe die Öffnung ⅓ Zoll im

Durchmesser haben muß. Bei Delgas von 0,944 Dichtigkeit muß die Oeffnung nicht weiter als $\frac{1}{2}$ Zoll seyn. Wird der Durchmesser vermindert, so verliert man an Licht, außerdem hat die Lampe das Unangenehme, daß sie bei der geringsten Einwirkung der Luft verlöscht.

Bei argandischen Lampen müssen die Oeffnungen nicht allein mit der Qualität des Gases, sondern auch mit der Anzahl der Oeffnungen sich verengen. Der Verlust ist übrigens bei zu engen Oeffnungen größer als bei zu weiten, wie sich aus folgenden Resultaten ergibt.

Die Oeffnungen waren in einem Kreis von $\frac{1}{2}$ '' Durchmesser angebracht:

| Art des Gases | Dichtigkeit des Gases. | Anzahl der Oeffnungen. | Durchmesser der Oeffnungen in Bruchtheilen. | Erzeugtes Licht. |
|----------------|------------------------|------------------------|---|--------------------------|
| Steinkohlengas | 0,600. | 10. | $\frac{1}{4}$ | Maximum. |
| Delgas | 0,900. | 15. | $\frac{1}{2}$ | bezgl. |
| — | 0,680. | 15. | $\frac{1}{4}$ | bezgl. |
| — | bezgl. | 15. | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{100}$ Verlust. |
| — | bezgl. | 15. | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{100}$ — — |
| — | bezgl. | 15. | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{100}$ — — |
| — | 0,778. | 15. | $\frac{1}{2}$ | Maximum. |
| — | bezgl. | 15. | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{100}$ Verlust. |
| — | bezgl. | 15. | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{100}$ — — |

Vorzugsweise muß bei argandischen Lampen darauf gesehen werden, daß alle Oeffnungen gleichen Durchmesser haben; finden sich zu weite Oeffnungen, so entsteht Rauch, während die engen gerade hinlänglich Gas geben; werden die großen Oeffnungen verengt, so geben die kleinen zu wenig Gas. Davon kann man sich bei einer gewöhnlichen Lampe überzeugen, wenn man den Docht anstatt horizontal, schräg abschneidet.

689. Die Entfernung der Löcher ist auch ein Punkt von hoher Wichtigkeit bei argandischen Lampen. Wenn die Flammen sich vereinigen, nimmt die Leuchtkraft in einem größern Verhältniß zu, als der Gasaufgang.

Vergleicht man die Leuchtkraft einer einfachen Lampe mit der einer argandischen, so findet man unter den günstigsten Umständen das Verhältniß von 100:150, sowohl bei Steinkohlen- als auch bei Delgas; doch kann dieses vorthail-

hafte Verhältniß nur erhalten werden, wenn die Öffnungen einander so nahe stehen, daß sich die Flammen vereinigen können.

Folgendes sind die erhaltenen Resultate mit Lampen von $\frac{1}{6}$ " und mit Löchern von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Jede einzelne Flamme gab das Maximum Licht.

| Lampe mit | 8 Löch. | 10 Löch. | 15 Löch. | 20 Löch. | 25 Löch. |
|--|---------|----------|----------|----------|----------|
| Licht . . . | 360. | 360. | 371. | 409. | 382 |
| Aufgang . . | 367. | 318. | 296. | 289. | 275. |
| Erhaltenes Licht
für denselben
Gasaufgang, | 98. | 118. | 132. | 141. | 139. |

Sonach ist die vortheilhafteste Entfernung der Oeffnungen von $\frac{1}{6}$ " Durchmesser $\frac{1}{2}$ Zoll; unter diesen Umständen bildet die Flamme, sie mag auch noch so kurz seyn, einen Ring, in welchen man die einzelnen Flammen nicht unterscheiden kann. Diese Erfahrung kann man als eine praktische Regel bei der Konstruktion der Gaslampen ansehen. Da aber bei einer öffentlichen Gasbeleuchtung die Pressung unaufhörlich variirt, so muß, um Rauch zu vermeiden, der bei einem größern Gasaufgang bei zu nahe gelegenen Oeffnungen entstehen würde, die Entfernung von Oeffnung zu Oeffnung $\frac{1}{3}$ Zoll betragen. Ueberhaupt verbrennt man bei öffentlichen Gasbeleuchtungsanstalten immer etwas Gas ohne Nutzen, aus den bereits angeführten Gründen.

690. Brennt man Steinkohlengas, so sind die Oeffnungen von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser bei 16 bis $\frac{1}{16}$ Zoll Entfernung von einander die vortheilhaftesten.

691. Die Anzahl der Löcher in einer Lampe bestimmt den Durchmesser der Lampe; weil wir die Entfernung der der Oeffnungen unter sich kennen; bei Delgas würde man bei Oeffnungen von $\frac{1}{5}$ Zoll Durchmesser und $\frac{1}{3}$ Zoll Entfernung von einander den Lampen folgende Durchmesser geben müssen:

Anzahl der Oeffnungen. Durchmesser der Lampe.

| | |
|--------------|-----------------|
| 10 | $\frac{1}{6}$. |
| 15 | $\frac{1}{5}$. |
| 20 | $\frac{1}{4}$. |
| 25 | $\frac{1}{3}$. |

Wird bei Steinkohlengas der Durchmesser der Oeffnungen

gen zu $\frac{1}{4}$ Zoll und die Entfernung der Oeffnungen unter sich $\frac{1}{16}$ Zoll angenommen, so hat man für:

Anzahl der Oeffnungen. Durchmesser der Lampen.

| | |
|--------------|----------------------|
| 6 | $\frac{1}{16}$ Zoll. |
| 10 | $\frac{1}{8}$ — |
| 15 | $\frac{3}{16}$ — |
| 20 | 1 Zoll. |

Die Höhe der Wille kann $1\frac{1}{2}$ bis $2''$ betragen, und die Stärke ohngefahr $\frac{1}{16}$ Zoll.

692. Der Glaszylinder auf den Lampen hat bei Gas weniger Einfluß als bei Del. Die Wahl derselben, die mit Überlegung geschehen muß, bestimmt sich nach einer sehr einfachen Methode. Der Glaszylinder befördert, indem der Luftzug dadurch vergrößert wird, das Verbrennen, ist außerdem aber auch Ursache, daß die Flamme ruhiger brennt; es ist übrigens erwiesen, daß wenn die offene Flamme ohne Rauch brennt, der Glaszylinder das Licht der Lampe nicht vermehrt. Der Glaszylinder ist sonach nur nützlich, wenn er nöthig wird, nämlich wenn die Anzahl oder Entfernung der Oeffnungen oder der Durchmesser der innern Oeffnung für den Luftzutritt so eingerichtet ist, daß ein stärkerer Zug vertheilhaft seyn kann. Wenn man durch die Verbindung der verschiedenen Theile dahin gekommen ist, eine vollkommene Gasverbrennung zu erzeugen, muß der Cylinder sehr weit seyn, damit er keinen Einfluß auf den Luftzug äußert.

Ein geringerer Durchmesser des Zylinders würde nachtheilig seyn und dadurch der Kohlenniederschlag vermindert werden, der vorzüglich die Stärke des Lichts bestimmt.

Man kann hiernach auch die Vortheile des von Bontguignon erfundenen Apparats erklären. (Fig. 16. Taf. 16.)

Derselbe besteht aus einem über die Gaslampe gestellten Trichter, welcher mit einem Rohre verbunden ist, welches 2 bis 3 Fuß unter die Flamme geschlängelt herabläuft. Die Luft, welche durch die Lampe gezogen ist, tritt in diese gekrümmte Rohre und muß in entgegengesetzter Richtung vom natürlichen Zuge fortstreichen; hierdurch verliert sie an Geschwindigkeit, und die Lebhaftigkeit des Verbrennens nimmt deshalb ab. Es ist klar, daß dieses eine sehr unbequeme Art

ist, einen Fehler in der Konstruktion der Lampe zu verbessern, und daß es viel bequemer seyn würde, den Luftzug zu vermindern, entweder durch Verengung der Luftöffnung unterhalb der Lampe, oder durch Verengung des Zylinders oberhalb der Flamme.

Der Apparat von Bourguignon kann daher niemals nützlich seyn, wenn man die Lampen sorgfältig konstruirt hat, und er hat bloß in sofern Interesse, als man damit die Lampen untersuchen kann. Gut konstruirte Lampen werden rascher, wenn man sie damit verbindet, nur schlecht eingerichtete leuchten dagegen besser, worunter vorzüglich die gerechnet werden müssen, welche offen eben so gut als im Glaszylinder brennen, und wo man einen weiten Zylinder anwendet, damit der Zug nicht zu sehr beschleunigt werde.

693. Man findet in folgender Tabelle die verschiedenen Dimensionen, welche das Maximum Licht für jede Lampe geben; es muß jedoch bemerkt werden, daß im Verhältniß als die Anzahl der Löcher zunimmt, die Ersparniß und die Leuchtkraft der Flammen größer wird.

Die Gesamtmasse des Lichts ist dieselbe, aber die erste Flamme in der Tabelle hat zweimal mehr Oberfläche als die letzte, d. h. bei gleicher Oberfläche giebt diese zweimal mehr Licht als die andern.

| Anzahl der
Öffnungen. | Durchmesser
des Glases. | Höhe der
Flamme. | Farbe der
Flamme. |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|---|
| 8 bis 10. | $\frac{1}{4}$ Zoll. | 4 Zoll. | flatternd u. blau gestreift. |
| 15 | $\frac{1}{8}$ — | $3\frac{1}{4}$ — | ruhig, einfach, stark weiß
glänzend. |
| 20 | $\frac{1}{8}$ — | $2\frac{1}{4}$ — | |
| 25 | 1 Zoll. | 2 Zoll. | am schönsten. |

Der Glaszylinder war bei jedem 6 Zoll hoch.

Es ist unangenehm, daß man diesen Bedingungen nur bei Versuchen im Kleinen genügen kann. Die geringsten Abweichungen im Luftzuge oder in der Flamme verursachen bei 20 und 25 Öffnungen Rauch. Ein Etablissement, was Gas zum allgemeinen Gebrauche liefert, sollte deshalb den Lampen von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser nicht mehr als 15 Öffnungen geben.

Was den Durchmesser der Glaszylinder betrifft, so nehmen Turner und Christison mit Rücksicht auf alle Versuche an, daß für Zylinder von 6" Höhe, dieselben für Lam-

von 8, 10, 12, und 14" Durchmesser, 10, 12, 14 und 16" it seyn müssen.

694. Betrachtung der ökonomischen Vor-
theile der Gasbeleuchtung.

Dieser Gegenstand erfordert, seiner complicirten Na-
men wegen, eine mehrseitige Beleuchtung und Untersuchung.
Folgende Fragen kommen zuvörderst dabei in Betracht:

1.) Ist die Steinkohlengasbeleuchtung der Delbeleuch-
tung vorzuziehen?

2.) Ist die Delgasbeleuchtung der Delbeleuchtung vor-
zuziehen und

3.) Ist die Steinkohlengasbeleuchtung der Delgasbe-
leuchtung vorzuziehen?

Ohne darauf Anspruch zu machen, eine entscheidende
Antwort für alle Fälle passend zu geben zu wollen, so
dass man doch aus dem Früheren schon in den Stand gesetzt,
die Fragen im Allgemeinen richtig beantworten zu können.

In Betreff der ersten Frage muß man große und kleine
Stalten unterscheiden; es muß der Preis der Steinkohlen
in der Rolle in Rechnung gebracht und berücksichtigt werden,
beide leicht abzusehen sind.

695. Wir wollen hier Berechnungen von zwei Anstäl-
ten mittheilen, und einige Bemerkungen beifügen.

Berechnung des Ertrags der Steinkohlengasbeleuchtung in der Kö-
niglichen Gashütte (usine royale) zu Paris.

Bei 2400 Lampen.

Ausgaben.

| | | |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| Aggkapital 1,200,000 Fr. | | |
| Interessen dafür 5 pCt. | | |
| Jährlich | 60,000 Fr. | |
| Steinkohlen, 2,295,000 | | |
| Kilogr. à 4 Fr. 40 Ct. das | | |
| Hektol. von 80 Kilogr. | 126,222 — | |
| Brenn-Material 20,081 | | |
| Hektol. à 2 Fr. 85 Ct. | 57,250 — | 80 Ct. |
| Arbeitslohn | 50,000 — | |
| General-Administ. . 25000 Fr. 20 Ct. | | |
| Steuern { Reg. Ausg. 20000 Fr. | 45,000 — | 20 Ct. |
| | | 340,053 Fr. |

Einnahmen.

| | |
|-----------------------------|------------------|
| Licht, 2400 Lampen à 95 Fr. | |
| 90 Et. jährlich | 225,360 Fr. |
| Rohr 40161 Hektol. à 2 Fr. | |
| 85 Et. | 114,461 — 60 Et. |
| Verkäufliche Retorten, als | |
| altes Eisen | 5,600 — 40 — |
| Theer | 1,200 — |

514,68

Nach Abzug der Interessen also 4579 Fr. Übersch.

Rechnet man die Zinsen fürs Anlagskapital höher
es für alle Hütten der Art seyn sollte, so ändert sie
Überschuß. Nimmt man nur den sehr mäßigen Satz
8 pCt. an, so hat man 576000 Fr. Ausgaben.

344000 Fr. Einnahmen.

also 32000 Fr. Verlust.

So verhält es sich wahrscheinlich mit allen An-
stalten der Art in Paris. Sobald sie nur 8 pCt. tragen, zu-
künftig, wenn man genöthigt ist, große Reparaturen zu
nehmen, ein wirklicher Verlust.

Berechnung des Ertrags der Gasbeleuchtung im Hospital
Louis in Paris. 320 Lampen.

Ausgaben.

| | |
|---|------|
| 2000 Hektol. Steinkohlen von St. Etienne zum Ver- | |
| stilliren à 4 Fr. 67 Et. | 934 |
| 1121 Hektol. Steinkohlen als Brennmaterial von | |
| Creusot à 4 Fr. 20 Et. | 470 |
| 2 Arbeiter à 4 Fr. täglich | 14 |
| 1 neue Retorte nach Abzug der Alten | 5 |
| Reparatur des Ofens | 15 |
| Unterhaltung der Leitungsröhren | 20 |
| Kalk | 5 |
| 8 pCt. Interessen für ein Kapital von 40000 Fr. . . | 320 |
| | 1945 |

Einnahme.

| | |
|---|-----|
| 714321 Kubikfuß Gas, welches, $4\frac{1}{2}$ Kubikfuß pr. | |
| Stund auf einer Lampe, 168080 Stunden brennt | |
| a Lampe 5 Et. | 840 |

| | | |
|-------------------------------|-----------|-----------------|
| | Transport | 8404 Fr. |
| 800 Hekt. Koke à 2 Fr. 85 Ct. | | 7900 — |
| 504 Hektol. Kokestaub à 1 Fr. | | 504 — |
| | | <hr/> 16888 Fr. |
| 1128 Kilogr. Theer, à 25 Ct. | | 2032 — |
| | | <hr/> 18910 Fr. |

Der Verlust ist also gleich 2570 Fr. wenn man annimmt, daß der Theer nicht verkauft wird, er fällt aber bis auf 143 Fr., wenn er für den mittlern Preis von 25 Ct. verkaufbar ist. Diese letzte Annahme ist aber nicht wahrscheinlich, wenn man sieht, daß die Einnahme in der Usine royale, wo man nach dieser Ansicht für Theer 16000 Fr. hatte einnehmen müssen nur 1200 Fr. beträgt.

Obige Berechnung wurde in den *Annal. de chim. et de Phys.* Theil 15. pag. 402. bekannt gemacht, ich habe sie jedoch einiger Modifikationen fähig geglaubt. Das Leuchtgas ist nach dem gegenwärtigen Verkaufspreise berechnet, eben so auch der Preis der Koke so angenommen, wie er im Jahr 1825. in der Usine royale stand, um beide Rechnungen mit einander vergleichbar zu machen.

Aus beiden Berechnungen ergibt sich, daß man bei dem gegenwärtigen Verkaufspreise des Gases, sowohl in einer öffentlichen Gasanstalt, wie z. B. in der Königlichen Gashütte zu Paris, als auch bei einer Privatunternehmung, wenn man das Gas pr. Stunde für 5 Ct. zu einer Lampe verkauft, Verlust hat.

Würde das Gas nach der Leuchtkraft bezahlt, so verhielte sich die Sache anders. Als Bérard das Licht einer gewöhnlichen Gaslampe mit dem einer Dellampe verglich, fand er, daß bei gleichen Preisen, das von Gas doppelt so stark war als das Andere; sonach wäre das Gaslicht 10 Ct. werth gewesen.

Am Hospital St. Louis war der Vergleich noch günstiger, und dieß verdient hier mitgetheilt zu werden, weil es nicht das Resultat eines einfachen Versuchs ist, sondern sich aus einer Jahre langen Arbeit ergeben hat.

Wird von den gesammten Ausgaben von 19458 Fr. der

Preis der Roke von 8484 Fr. abgezogen, so ist der wirkliche Preis des Gases 10974 Fr.

Dieses Gas versorgte 320 Lampen und ersetzte 17 Oellampen, welche jährlich 8000 Fr. zu unterhalten kosten. Man nimmt an, daß das Hospital dreimal stärker als vorher beleuchtet wird, sonach erhält man für 10974 Fr. ein Gaslicht, welches eben so viel werth ist als für 24000 Fr. Oellicht.

Macht man also für den eigenen Gebrauch Gas, so ist Gewinn, sobald man sich aber der Concurrenz aussetzt, oder den Lannen der Käufer, so ist Verlust, weil man nur 5 St. verkaufen muß. Um hierbei einen Gewinn zu haben, muß der Verkaufspreis wenigstens 7 bis 8 St. betragen.

Unter den gegenwärtigen Umständen ist es vorthellhaft Gas zu kaufen, der Verkäufer dagegen hat Verlust. Wissenschaftlich betrachtet, muß die Steinkohlengasbeleuchtung vorthellhafter, als die mit Öl angesehen werden, weil, wenn selbst die Gaswerke noch namhaften Gewinn haben, doch dieselbe Menge Licht weniger kostet. Die Königliche Hütte zu Paris würde einen jährlichen Gewinn von 200000 Franken abwerfen, wenn man ihr das Licht, was sie eigentlich liefert, bezahlt.

Betrachtet man diese Frage hingegen aus dem rein commerciellen Gesichtspunkt, so muß man schließen, daß ein Etablissement dieser Art in Paris nur dann bestehen kann, wenn bei einer Anlage, wie die Königliche Gaschütte, wenigstens täglich für 4 bis 5000 Lampen Gas verkauft werden kann.

697. Wir wollen nun sehen, ob die Oelgaschütten unter günstigeren Verhältnissen arbeiten. Dieses scheint zweifelhaft, um so mehr, wenn man annimmt, daß das in Gas verwandelte Oel so viel Licht als das natürliche Oel giebt; beim ersten Anblick muß man auch wirklich staunen über die ungünstigen Verhältnisse, in die man sich hierbei versetzt sieht. Es muß nämlich ein kostbarer Apparat errichtet werden, jeden Tag sind Brennmaterialien nöthig, um Gas zu erzeugen, auch muß man Arbeitslohn und besondere, nicht unbedeutende Unterhaltungskosten für Röhren und Hähne tragen.

Bedenkt man aber anderseits, daß das Arbeitslohn und die Unterhaltungskosten bei Oelbeleuchtung ziemlich noch dieselben sind, so bleiben nur die Interessen des Anlagskapitals

er Preis des Oels und des zur Destillation nöthigen Brennmaterials übrig, die mit den Interessen für Anschaffung der Leuchtlampen und dem Preis des Oels, welches verbrannt wird, verglichen werden müssen. Hat man wenigstens 200 Lampen zu speisen, und kostet das zu zersetzende Oel 3 weniger als Brennöl, so hat man Gewinn, und außerdem ein viel höheres Licht, wie sich aus folgender Berechnung ergibt: Ich nehme an, erstens, daß 200 Lampen während 300 Tagen täglich 4 Stunden brennen, und in einer Stunde 40 Liter Gas verzehren; zweitens, daß 200 Lampen mit Oel versorgt werden, und jede in der Stunde 30 Gr. Oel erfordert:

| Gas. | Oel. |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1000 Kilog. Oel à 45 Ct. | 7200 Kilog à 1 Fr. 40 Ct. |
| = 8100 Fr. *) | = 10080 Fr. |
| Leistung 1000 — | Dochte 300 — |
| Interessen des Anlags | Interessen der Lampen |
| Kapitals zu 10. pCt. 1500 — | zu 10 pCt. . . . 300 — |
| <u>10600 Fr.</u> | <u>10680 Fr.</u> |

Der Preis ist wenig abweichend; nimmt man aber das Leuchtlicht als Einheit an, so muß das Oelgas $\approx 2\frac{1}{4}$ gesetzt werden, sonach hat man bei dem Gase für 20 bis 300 Fr. Licht.

698. Endlich kommen wir zur Vergleichung der Steinkohlengas- und Oelgasbeleuchtung. Letztere ist wahrscheinlich die vortheilhafteste in Privatanstalten, und erstere gewiß beste zur Beleuchtung großer Städte. Bei kleinen Anstalten muß man kein zu großes Anlagekapital anwenden und andere Aufsicht und Unterhaltungskosten zu vermeiden suchen. Alles dieses ist nicht der Fall bei großen und besonders Gasanlagen.

Folgendes ist eine vergleichende Übersicht.

Kilogr. Steinkohle giebt 200 Liter Gas.
 — Oel giebt . . 800 — Gas, und dieses Licht ist so stark, als von 2800 Liter Steinkohlengas.

*) Es ist angenommen, daß 1 Kilogr. Oel, nur 533 $\frac{1}{3}$ Liter Gas giebt; in §. 698. ist das Ausbringen aber höher angegeben. N. u. E.

sten, wenn man annimmt, daß das Brennen
die Zersetzung bewirkt wird, 3 Ct. werth ist.

Unter diesen Umständen ist die Selgas
anzuziehen, weil sie weniger kostspielige Apparat
Arbeitslohne erfordert; sobald es aber über
schwindet der Überschuss, der sich aus ungenutzt
ergiebt, beinahe gänzlich.

Gasbeleuchtung mit tragbaren

699. Die hauptsächlichsten Schwierigkeiten
der gewöhnlichen Gasbeleuchtung verknüpfen
sich durch die Methode, welche wir nachher be-
beseitigt. Die Nothwendigkeit große Röhren
legen zum Fortführen des Gases bis zu dem
verbraucht wird, verursacht sehr große Un-
kosten. Die Käufer auch in einer bestimmten
verbrauchen, auch die Lampen länger brennen
gemacht worden ist, weil jede Lampe nun
Gasometer in Verbindung steht.

Übrigens müssen die Lampen immer an
ihren Plätzen bleiben, oder können nur wenig

Alle diese Unannehmlichkeiten verschwin-
den. Man nimmt nämlich einen Zylinder
Gas, das man mit einem Druck von 30 bis 40

700. Aus dieser einfachen Angabe kann man auf die Schwierigkeiten, welche sich bei diesem Verfahren darbieten, schließen; wir werden angeben, wie diese beseitigt worden sind.

Eine Gaslampe verzehrt in 8 Stunden 1120 Liter Steinkohlengas, würde dieses auch bis auf 32 Atmosphären zusammengedrückt, so müßte das Gefäß doch 35 Liter fassen, und folglich noch sehr groß seyn.

Wird Delgas angewendet, so verzehrt eine Lampe höchstens in 8 Stunden 320 Liter, und bei einer Pressung von 32 Atmosphären ist dazu nur ein Gefäß von 10 Liter Inhalt erforderlich.

Bei der Beleuchtung mit transportablem Gas muß das Delgas angewendet werden, wenn man den Rezipienten nicht zu groß machen will. Mit einem Gefäß von 3 bis 4 Liter Inhalt kann man sich ein Licht auf 6 bis 8 Stunden verschaffen, das so stark ist wie das einer argandischen Lampe.

701. Diese Gefäße werden auf folgende Weise verfertigt. Sie sind bald aus $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Linien starkem Kupferblech, bald aus Eisenblech von 1 bis $1\frac{1}{4}$ Linien Stärke. Sie haben eine zylindrische Form und sind an beiden Enden mit Halblugeln verschlossen und tüchtig vernietet. Zu mehrerer Sicherheit sind die Nieten außen verzinnt. Die Gefäße sind mit einem Hahn versehen, durch welchen das Gas in den Zylinder gepreßt wird, wodurch es aber auch wieder nach der Lampe ausströmt; sie werden mit Wasser, das man bis zu 60 Atmosphären comprimirt, untersucht; alle welche schweißen oder wohl gar aufreißen, werden weggeworfen. Obgleich die Wirkung dieser Lampe, wobei die Pressung nur kurze Zeit währt, nicht mit der verglichen werden kann, welche statt findet, wenn der Zylinder mit Gas gefüllt und einer fortwährenden Pressung ausgesetzt ist, so hat man demungeachtet doch Beispiele, daß sie sprangen.

702. Die Compressionspumpe erfordert eine besondere Einrichtung; die man aus Fig. 12. Taf. 16. ersieht. Sie besteht aus einer horizontalen Pumpe in welcher sich der Kolben (A) bewegt. Der Pumpenstiefel communicirt mit dem Raum (B), worin sich, so wie in dem Raume zwischen Pumpe

und Kolben, Del befindet. Die Röhre (C) ist mit dem Manometer verbunden, aus welchem man das Gas gemessen (D) mit dem Gefäß, welches gefüllt werden soll. Es sind 2 Ventile (m) (n) in diesen Röhren. Wird der Kolben zurückgezogen, so entsteht bey B ein leerer Raum, dessen Inhalt der Größe des Kolbens gleich ist, durch das Ventil tritt sodann ein gleiches Volumen Gas ein. Wird das Del ben zurückgestoßen, so schließt sich das Ventil, das andere öffnet sich und das Gas wird in den Rezipienten gepreßt. Die mit fortgetriebene Del setzt sich in der Kugel (a) so fest, im Augenblicke des Auspressens ist (B) gänzlich mit Gas gefüllt; so daß während der ganzen Arbeit, die durch den Kolben bewirkte Leere vollkommen ist, was nicht der Fall seyn könnte, wenn man eine gewöhnliche Pumpe anzuwenden. Nun bleibt aber jederzeit ein wenig Gas in dem Stiefel, wenn der Kolben den niedrigsten Stand erreicht hat; und das Gas im Gefäß schon tadelig zusammengedrückt, ist dieser Antheil hinlanglich, um $\frac{1}{2}$ die Hälfte oder auch den ganzen Stiefel im Augenblick, wo derselbe mit dem Manometer in Verbindung gesetzt wird, auszufüllen. Die Leistung der Pumpe wird dann aufs Drittel, die Hälfte selbst bis auf Null reduziert. Dieses geschieht gewöhnlich bei gewöhnlichen Pumpen (Fig. 11.) und deshalb habe ich diese aufgegeben. Im Anfang der Arbeit absorbt das Del viel Gas, aber einmal gesättiget, wirkt es nicht mehr auf dasselbe. *)

*) In den Fabriken für tragbares Gas in Paris (bei Ternaux et Comp.) und Edinburgh (bei Gordon et Comp.) hat man für den Zweck 6 Compressionspumpen eine 10, stellige mit 3 Atmosphären Dampfdruck bestehende Dampfmaschine.

Fig. 3. Taf. 17. ist der Durchschnitt eines solchen Apparates.

Beide Schenkel des Gefäßes (A A A A) sind bis (ab) mit Quecksilber gefüllt.

Über dem Quecksilber steht in (D) Wasser, welches bis zu 1 reicht.

(C) ist das Gaszufuhrungsrohr; und durch

(h) wird das Gas nach den Gefäßen, in welche es gepreßt werden soll, gebracht.

703. Die Hähne dazu haben auch ihre Schwierigkeiten der Construction; man hat vergeblich mehrere Arten versucht, daß Gas entwich aber stets. Der, welchen wir hier schreiben, ist ziemlich einfach, man sieht ihn in Fig. 13. Taf. 16.

Das eine Ende (A) wird auf das Gefäß geschraubt, das andere auf die Röhre, welche das Gas nach der Lampe führt.

Die Röhre (A B) steht mit einer halbcylindrischen Öffnung in Verbindung, an welche die Röhre (C D) stößt; diese Öffnung wird durch ein Stück (o o) gebildet, und dasselbe das Hauptstück eingeschraubt. Folgendes ist nun die Einrichtung des Hahnes: in m n befindet sich eine runde Federleiste, auf welcher das Stück (o o) ruht. Zwischen dem Ende der und diesem Stücke befindet sich ein Stahlplättchen c d;

Mittelpunkt desselben ist ein Tropfen geschmolzenes Zinn, welches mit der Öffnung der Röhre A B correspondirt. Auf der entgegengesetzten Seite des Stahlblechs ist eine Schraube (p), welche, indem sie sich gegen die Stahlplatte stemmt, das Zinn auf die Öffnung der Röhre (A B) drückt. Wird die Schraube zurückgedreht, so geht dieses Stahlplättchen wegen seiner Elastizität zurück, der Zinntropfen geht von der Öffnung ab, und das Gas kann nun durch A B in die Röhre C D treten.

Das Quecksilber, welches etwa mechanisch mit fortgeführt seyn sollte, sammelt sich in (c)

(G) Druck-Zylinder.

(i) Verbindungsrohr des Schenkels (D) mit (G).

(H) Ein gut abgedrehter cylindrischer Kolben, der durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird.

(o) ein Ventil, welches sich nach innen } öffnet.

(p) — — — — — außen }

(r) ein Gefäß auf dem Rohre (i) um den Wasserstand in (D) zu reguliren.

Beginnt das Spiel der Maschine, so tritt beim Aufgange des Kolbens (H) das Wasser bis in den Stiefel (G); bei B entsteht ein luftleerer Raum, das Ventil (o) öffnet sich und dieser Raum wird nun mit Gas ausgefüllt.

Beim Niedergange des Kolbens wird das Gas durch das Ventil (p) ausgepresst und durch (h) ins Gasgefäß gebracht. u. u. G.

Dreht man den Hahn wieder zu, so ist der Durchgang unterbrochen. Diese Hähne haben sich bei der Probe als gut bewiesen; die Gefäße, welche damit verbunden waren, wurden unter hohem Atmosphären-Druck gefüllt, und während 10 Tagen ging nicht die geringste Menge Gas verloren.

704. Man bemerkt endlich, daß im Verhältniß als das Gefäß, welches den Lampen Gas zuführt, sich entleert, die Geschwindigkeit des Gases, mithin auch die Höhe und Stärke der Flamme abnimmt. Man muß daher den Hahn immer mehr und mehr öffnen, um die Flamme gleich hoch zu erhalten. Dieses ist unbequem, besonders wenn man sehr hoch stehende Lampen mit Gas zu versetzen hat, und man verfährt deshalb auf mehrfache Weise diese Unbequemlichkeiten zu vermeiden. Die einfachste besteht darin: daß man das Gas nicht unmittelbar aus dem Gefäße in die Lampe, sondern in einen besondern Gasometer treten läßt; sobald das Gas in den Gasometer ankommt, erhebt sich derselbe, er hängt an einer Kette, die über eine besondere Rolle geht, welche an der Schraubentopf bei E (Fig. 13) befestigt ist; auf der entgegengesetzten Seite der Kette ist ein Gegengewicht. Kommt das Gas in zu großer Menge in den Gasometer, so erhebt sich derselbe und die Schraube dreht sich im Verhältniß zu, so daß der Ausgangskanal sich verkleinert, und der Zugang des Gases verringert wird. Wurde das Gas zu langsam ankommen, so würde sich die Schraube zurückschrauben, dadurch die Zugangsöffnung vergrößern, mithin die Gasmenge vermehren. Ist diese Vorrichtung gut ausgeführt, so muß das Ausströmen des Gases sehr gleichförmig geschehen, und hängt dann einzig von der Pressung ab, welche man dem Gasometer giebt, und diese Abweichungen sind sehr unbedeutend.

705. Die Ersparnisse, welche man sich von dieser Beleuchtungsmethode versprechen kann, sind noch nicht erwiesen; sie lassen sich beinahe mit denen vergleichen, welche man machen würde, wenn man statt durch große, kostspielige Wasserleitungen, das Wasser durch besondere Wassertrichter in die Häuser bringen läßt.

Ende des ersten Bandes.

Erklärung der Kupfertafeln des ersten Bandes.

Erste Tafel.

- Fig.** 1. Glaskolben mit langem Hals und
- 2. Kolben mit Rand; beide werden zur Erwärmung von Flüssigkeiten angewendet.
 - 3. Tubulatkolben, welcher als Rezipient bei Destillirapparaten dient.
 - 4. Kolben mit plattgedrücktem Boden; wurde ehemals bei manchen Kalzinationen gebraucht.
 - 5. Probirkolben, welcher vorzüglich zu analytischen Versuchen sehr bequem ist.
 - 6, 7, 8. Ballone mit zwei oder drei Öffnungen, welche bei Destillationen als Kühlapparate gebraucht werden.
 - 9. gekrümmte Glocke, die man anwendet, wenn starre Körper bei höherer Temperatur in Berührung mit gasförmigen gebracht werden sollen.
 - 10 u. 11. Einfache und tubulirte Retorten.
 - 12 u. 13. Einfacher und gebogener Vorstoß. Diese werden bisweilen angewendet, um den Hals der Retorten zu verläugern und die abgekühlten Rezipienten vom Feuer weiter entfernt zu halten.
 - 14. Gewöhnliche Phiole.
 - 15. Probirglas zum Auffangen der Gase.
 - 16. Florentiner Flaschen, die bei der Destillation ätherischer Öle hauptsächlich angewendet werden.

- 28. Glasröhren, welche vor der Lampe zugeblähte Produkte darin aufzubewahren, welche man Wirkung der Luft schutzen will.
- 29. Glas mit sehr weiter Mündung, welches man oben schließt, die aufgesteckt werden.
- 30. Gewöhnlicher Glasrichter.
- 31. Trichter, der zum Umleeren der Gase in manne angewendet wird.
- 32. Ein mit einem Hahn versehener Glasrichter, der von Flüssigkeiten gebraucht wird, welche verschiedenen specif. Gewichts abgesondert überlassen werden.
- 33, 34, 35, 36. Saugheber (Pipettes) von verschiedenen Arten, mittelst welcher man Flüssigkeiten auffaugen kann.
- 37, 38, 40. Abdampfschalen von Porzellan.
- 39. Schüssel von Steingut.
- 41. Kupferkessel.
- 42, 43, 44 und 45. Schmelztiegel mit zugehörigen Stielen.
- 46. Knochengerbten, welche dazu dienen, um verschiedene Substanzen in der Luft zu erhitzen.
- 47. Produktaperte von Knochenerde.
- 48. Kasse von gebranntem Thon, der den Schmelztiegeln dient, um dieselben in die Mitte zu bringen.
- 49 u. 50. Spateln.
- 51. Eiserner Löffel, womit man die zu verglühenden Schmelztiegel wirft.
- 52, 53 u. 54. Zangen von verschiedener Form.
- 55. Kohlenschaukel.
- 56. Drahtbrenner.

Fig. 60, 61 u. 62. Halbunde und runde Seilen (Rattenschwänze), womit Löcher in Korkstöpsel gefeilt werden.

- 63. Triangel, worauf Retorten oder Kolben über Kohlenfeuer gestellt werden.
- 64. Drahtgitter, worauf man Glasröhren legt, wenn solche über das Feuer gebracht werden.
- 65. Blechscheibe, auf welche man die Abdampfschalen über das Feuer setzt.
- 66, a u. b. Stangen-Gießform von Eisen zum Ausgießen der Metalle.
- 67. Starker Eisendraht, der glühend gemacht wird, um Löcher durch Korkstöpsel zu stoßen.
- 68 u. 69. Wachslichter auf Draht gesteckt, womit man die Gase prüft.
- 70. Capelle auf Draht befestigt, um damit feste Körper in verschiedene Gase tauchen zu können.
- 71. Eisenstabchen, womit man feste Körper unter Quecksilber in gekrümmte Glöden (9) hinauf schiebt.
- 72 u. 73. Flaschen mit zwei oder drei Tubulirungen.
- 74. Flaschen mit zwei Tubulirungen und einem Hahn, um die darin befindliche Flüssigkeit bequem ablassen zu können.
- 75. Mörser von Messing. 76. Mörser von Marmor.
- 77. Mörser oder Reibschale von Porzellan.
- 78. Gläserne Reibschale.
- 79. Reibschale von Agat.
- 80. Glasglocke mit Knopf.
- 81. Glasglocke oben mit einer Öffnung versehen, worein man Messinghähne einsetzen kann.
- 82. Glocke mit breitem Rande, welcher mit Schmirgel abgeschliffen ist.
- 83. Tubulirte Glocke.
- 84. Breite Glasschalen.
- 85. Porzellanretorte.
- 86. Porzellanröhren — 87. Dergl. mit doppelter Einmündung.
- 88. Zange, welche mit einer Feder versehen ist.

Zweite Tafel.

Fig. 1. Filtrirapparat. — 2. Filtrirapparat anderer Art.

- 3 u. 4. Tenakel oder Filtrirfach-Träger mit Nagelspitzen versehen, auf welchen man die Filtrirfächer festsetzt.

Fig. 5. Glas, aus welchem man die über einem Niederschlage stehende klare Flüssigkeit abgießt; der Rand desselben wird mit etwas Fett bestrichen, um die Adhäsion zwischen Glas und Flüssigkeit dergestalt aufzuheben, daß letztere nicht außen am Glase hinabläuft. Das an den Rand gebaltene Glasplättchen zeigt der Flüssigkeit den zu nehmenden Weg.

- 6. Kleiner Saugheber, womit man die letzten Tropfen Flüssigkeit, welche nicht mehr dekantirt werden können, aufsaugt.
- 7 u. 8. Heber und deren Anwendung beim Dekantiren.
- 21 u. 22. Heber anderer Art.
- 9. Spitzbeutel von dichtem Wollenzeug oder Filz, um Spruz, Ole und ähnliche Flüssigkeiten zu filtriren.
- 10. Tenazel zur Befestigung von Wollenzeugstücken, die anstatt der Spitzbeutel anwenden kann.
- 11. Seißer von Eisen- oder Kupfer-Blech.
- 12, 13, 14. Siebe zum absieben pulverisirter Körper.
- 15. Kohlendämpfer.
- 16. Sprengringe zum Absprengen des Glases bestimmt; man erhitzt einen der Ringe und legt ihn an das kalte Glas.
- 19. Sprengkoble *), die man an einem Ende anzündet und zu demselben Zweck gebraucht.
- 17. Schmelztiegel von Eisen.
- 18. Diese Vorrichtung wendet man an, um ätzende, scharfe Flüssigkeiten zu dekantiren; durch die gerade Röhre bläst man hinein, wodurch der Heber gefüllt wird und dann von selbst läuft.
- 20. Filtrirapparat, der dann angewendet wird, wenn man Flüssigkeiten bei Ausschluß der Luft filtriren will. Die zu filtriren

*) Zur Bereitung der Sprengkoble theilt Bergelius in seinen Lehrbuch der Chemie ein ganz vortreffliches Rezept nach Wadn's Vorchrift mit: Man nehme a.) 2 1/2 Loth Arabisches Gummi und löse dies in 4 Loth Wasser an, ferner rührt man b.) 1 Loth Tragantgummi mit so viel siedend heißem Wasser an, daß die gallertartige Masse den Raum von 8 Loth Wasser einnimmt und löst dann c.) 1/2 Loth trockenen Storax in 1 1/3 Loth Alkohol v. 0,912. Gew. so wie d.) 1/2 Loth Benzoechar in 1/2 Loth von dem nämlichen Alkohol auf. Die Auflösungen a u. b werden nun zusammengemischt und c u. d zugesetzt und recht gut unter einander gerührt. Unter dieses Gemenge arbeitet man dann 6—7 Loth sehr feines durch ein Floriech gebeuteltes Kohlenpulver von Laubholz und knetet oder stößt dann in einem eiserne Morser die Masse wohl untereinander, daß sie einen steifen durch und durch gleichartigen Teig bildet, woraus man nun zwischen Brettschen, die mit Kohlenstaub bestrat werden, 5—6 Zoll lange Stängelchen von der Dicke eines Gänsefußes rollt, die an einem warmen Orte langsam getrocknet werden. N. u. E.

rende Flüssigkeit giebt man in den Trichter, in welchem die Luft oder das Gas durch die gebogene Röhre aus dem Glase in dem Maße emporsteigt, als die Flüssigkeit selbst hinabläuft.

- Fig. 23.** Statif zum Filtriren nebst einer Lampe zum Abdampfen. A ist die Glasglocke, womit die Weingeistlampe bedeckt wird, damit dieser Brennstoff sich nicht verflüchtigen kann.
- 24. Graduirter Probirzylinder.
 - 25, 26 u. 27. Messer von Elfenbein oder Horn zum Abnehmen der Niederschläge von den Filtern.
 - 28. Zange mit Scharnier, womit die Abdampfschaalen über das Feuer gehalten werden.
 - 29. Porphyrlatte mit dem zugehörigen Läufer.
 - 30, 31, 32 u. 33. Zangen und mobile Statife.
 - 34. Glocke und Ballon mit Hähnen zu pneumatischen Versuchen.
 - 35, 36, 37 u. 38. Sicherheitsröhren.
 - 39. Lampe mit doppeltem Luftzuge; a Grundriß derselben; b der zugehörige Pfropf zum Verschließen; c Schornstein von Eisenblech.
 - 40. Einfache Weingeistlampe. — 41. gläserne von Blech.
 - 41. Sandbad, bestehend aus einem eisernen mit Sand gefüllten Ofen; man bringt diejenigen Gefäße hinein, welche einer gelinden Wärme ausgesetzt werden sollen.
 - 42. Eiserner Kessel.
 - 43. Papierfilter. a, b, c, d, e das Filter in seinen verschiedenen Verfertigungsperioden.
 - 45. Graduirte Glasröhre um Gase und Flüssigkeiten zu messen.
 - 46. Blase mit einem Messinghahn.
 - 47. Verfertigung einer Kautschukröhre. a Kautschukstück, welches in warmes Wasser getaucht wird, um es zu erweichen. Man trocknet es dann sorgfältig ab und schneidet nun mit der Scheere die 2 Ränder rein ab, welche man zusammenkleben will; hierauf legt man das so vorbereitete Kautschukstück über einen Holzstab b und drückt die frisch abgeschnittenen Enden fest zusammen. Man umwickelt die gebildete Röhre mit einem Bande c und zieht sie nach einigen Tagen von dem Holzstäbchen wieder herunter, wo sie zum Gebrauch fertig ist. Diese Röhren dienen vorzüglich, um Glasröhren bei Gasentbindungsapparaten, mit einander zu verbinden und gewähren den großen Vortheil, daß diese Vorrichtungen weit weniger zerbrechlich sind. Fig. 49 ist ein einfacher Apparat dieser Art abgebildet. Derselbe Apparat, mit einem Kork zusammengefügt, ist in Fig. 50 zu sehen.

Fig. 31. Apparat zum Ausfugen der Niederschläge; derselbe ist zur Hälfte mit Wasser gefüllt.

D r i t t e T a f e l

Fig. 1. Apparat, welcher zum Auffangen der durch Hitze aus irgend einem starren Körper entbundenen Gase bestimmt ist. m Korte, welche den zu erbigenden Körper enthält. q Sicherheitsröhre, welche das Gas fortleitet. n Durchbores Fren worauf die Glocke o steht. Der Apparat ist mit der pneumatischen Wasserwanne zugleich in Verbindung gebracht.

— 2. Wassermanne. m feste Brücke. n bewegliche Brücke. p Hahn zum Ablassen des Wassers.

— 3 u. 3 a. Ein, dem eben erwähnten, ähnlicher Apparat, aber ohne Sicherheitsröhren. Man sieht hier den Grundriß und Querschnitt der Wassermanne.

— 4. ist die Anwendung der gebogenen Glocke zu sehen.

— 5. Ein Apparat zum Trocknen der Gase. a großer gläserner Probirzylinder. c Glasröhre, welche durch den Pfropf b geht und bis auf den Boden des Zylinders hinabgeht und das Gas hereinleitet. d Glasröhre die gleichfalls durch den Pfropf b geht allein sogleich oben ausmündet, um das Gas aufzunehmen. e Kautschuckröhren, welche an die Glasröhren c u. d geknüpft sind, die den Gasentbindungsapparat mit dem in Verbindung bringen, welcher das Gas aufnimmt. ff Korkstöpsel zum Verschießen des Apparats, wenn er nicht gebraucht wird. Man füllt den Probirzylinder mit Kalk oder Chlorcalcium, so, daß diese Substanzen nicht den Boden berühren, was man durch einen unten eingesetzten durchlöchernten Kork verhindert durch diese Vorrichtung heugt man einem möglichen Geflopfen der Röhren d vor.

— 7. Woulffischer Apparat.

— 8, 9, 16 u. 17. Eudiometer, welche Seite 109 u. beschrieben sind.

— 10. Vorrichtung um die Gase genau zu messen.

— 6. Einfacher Destillationsapparat. e Sfermige gebogene Röhre die zum Einleiten der Flüssigkeit in die Retorte a dient von wo die Dampfe sich in der Vorstef b begeben und endlich in den abgekühlten Ballon c gelangen, wo sie sich er-

dichten. Die Luft oder die Gase gehen durch die Röhre *d* fort; der Vorstopf ist in *ff* an den Ballon und an die Retorte mit Leinwandstreifen und Kitt lutirt.

Fig. 11. Ganz einfacher Destillirapparat.

- 12, 13, 14 u. 15. Quecksilberwanne; *a* Schieblade, *b* hölzerne Einfassung, um zu verhindern, daß beim häufigen Verspritzen des Quecksilbers ein Verlust statt finde. *ff* Rinne, in welcher das auf den Tisch fallende Quecksilber sich wieder sammelt. *c* steinerne Quecksilberwanne. *d* vertiefter Raum der Wanne; *ee* hohle Rinne in deren Brücke, zur Ausnahme der Gasentbindungsröhre bestimmt.
- 18. Röhre mit mehreren Biegungen, deren jede als Recipient dient, wenn sie abgekühlt wird. Diese Röhre wird vorzüglich dann angewendet, wenn man kleine Mengen von Flüssigkeiten zu destilliren hat.
- 19, 20, 21. Apparat zum Erwärmen im Wasserbad oder im Dampf.

Zweite Tafel

Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. 7. Verschiedene Apparate, um Gase in Berührung mit Flüssigkeiten zu bringen.

- 8. *A* u. *B*. Apparate zur Verbrennung der Kohle oder des Diamants in Sauerstoffgas; dieselben sind S. 581. beschrieben.
- 9. Die einfachste Vorrichtung zum Auffangen der Gase, welche aus einer warmen Flüssigkeit entbunden werden. Eine zweite Vorrichtung dieser Art ist in Fig. 13 zu sehen.
- 10. Dieser Apparat ist bestimmt, um Gase in Berührung mit glühenden starren Körpern zu bringen. Ein Beispiel hiervon ist S. 579 beschrieben.
- 11. Apparat zur Destillation kleiner Flüssigkeitsmengen.
- 12. Apparat zur Darstellung des Wasserstoffs oder der Kohlensäure etc.
- 14. Ein Apparat, der zum Trocknen unter dem Rezipienten der Luftpumpe, bei Mitanwendung der Wärme, bestimmt ist. *h* Teller der Luftpumpe. *g*. Glocke, *f* Röhre, welche mit der weiten Röhre *e* verbunden ist, die Chlorcalcium enthält. Diese feuchtgemischt wieder mit der Röhre *a*, worin die zu trocknende

Fünfte Tafel.

Fabrikation der Rode. Fig. 1, 2 u. 3. Sch
Zinsoh behufs der Verkohlung der Stein

Fig. 4 u. 5. Anlagen des Meilers.

— 6, 7, 8, 9 u. 10. Verkohlung der Steinkohle
Janon bei St. Etienne.

— 11. Kokeofen nach Lord Dundonnald.

— 12 u. 13. Reverberirofen zum Verfeuern der

Sechste Tafel.

Bereitung des Wasserstoffs im Großen.

Bereitung des Chlors im Großen. Fig. 2

Platinheber für Schwefelsäure. Fig. 3, 4

Siebente Tafel.

Fig. 1. Durchschnitt des Apparates zur Bereitung
säure und Salzsäure.

— 2. Aufriß desselben Apparates nach einem Pl
S. 143.

gengewicht leichter gemacht wird; die Kette läuft auf einem Rade R und geht durch ein Loch n, das an der Seite des Schornsteins angebracht ist. Die Platte P ist unten mit einem freisrunden Rande versehen, welcher in den Hals m'm paßt, der beständig mit Wasser gefüllt ist.

Salzerenofen zur Konzentration der Schwefelsäure in welchem entweder gläserne oder irdene Gefäße eingesetzt werden. Fig. 5. Längendurchschnitt. Fig. 6. Grundriß. Fig. 7. Querdurchschnitt. f. Feuerplatz. c. Aschenfall. n. Esse. u, u, u, u, gußeiserne Capellen, die als Sandbäder dienen. o. Retorte; die Anwendung des Sandbades erheischt einen größern Aufwand an Brennmaterial, aber es macht das Beschlagen der Retorten unnöthig. Setzt man die Retorten in das offene Feuer, so müssen diese immer mit Thon beschlagen werden. S. 293.

Apparat mit einer einzigen Retorte für Phosphor. Fig. 8. S. 335. Man bemerkt in dieser Figur das kleine Eisenstäbchen b, welches unten, nachdem es durch den, den Rezipienten verschließenden Kork hindurch gesteckt ist, umgebogen und am Ende in eine Spirale gewunden wird; man bringt den spiralförmigen Theil in den Vorstoß der Retorte und kann nun mittelst leichter Bewegungen den Phosphor, der sich darin verdichtet, herab streifen, wodurch das Verstopfen der Röhren verhindert wird.

Achte Tafel.

Apparat, der in Puzzuoli zur Gewinnung des Schwefels angewendet wird. Fig. 1. Ansicht des ältern Apparats. Man hat jetzt alle Kondensatoren mit Ausnahme des erstern abgeschafft. Fig. 1. A, ist der Durchschnitt dieses Apparats. Es ist hier bemerklich, daß das Destillationsgefäß, welches in die Mauer des Ofens eingesetzt ist, der Flamme nur ein Drittel oder ein Viertel seiner Oberfläche dem Feuer zukehrt, was theils die Heizung unvollkommen macht, theils aber auch ein häufiges Zerbrehen der Töpfe verursacht, indem solche bei jeder Operation eine sehr ungleiche Ausdehnung und Zusammenziehung erleiden. Sehr unbequem ist es, daß man, um die Töpfe zu füllen oder auszuleeren, jedesmal den Ofen niederreißen muß.

Uebrigens wendet man nun die in Fig. 1. C dargestellte Vorrichtung an. Die Töpfe werden ganz in den Ofen gestellt; bei jeder Operation werden sie durch eine in der Mauer gelassene Öffnung entweder eingesetzt oder herausgenommen, und diese wird nachher mit

Kammer zur Destillation des Schwefels. Die Sache nach ist dieselbe S. 197. beschrieben worden, nur noch übrig die zum Gießen nothigen Vorrichtungen. *h* ist ein konischer Pfropf, der an einem Stab *g* ist und durch eine Feder *m* stets von innen nach außen gedrückt wird. *nn* ist eine gußeiserne Platte, mit einer Rinne versehen, in welche der Pfropf *h* paßt. *r* ist ein Rohr, durch welches der Schwefel abfließt. *qq* ein kleiner Raum, in welchem brennende Kohlen placirt werden können, um den Schwefel zu schmelzen, wenn er beim Abfließen erstarren sollte.

Formen zum Gießen des Schwefels Fig. 5. Diese sind von Tannenholz gemacht und auf einen Tisch angebracht. Dann den Schwefel mit dem Löffel in jede Form. *a* man sie von Buchs, Fig. 5. a.; sie bestehen aus einer Form *m* und einem gleichfalls konischen Stab *n*. Den Stab *n* nach einander unten an die Rinne *r* gebracht; stellt man sie in ein Gefäß mit kaltem Wasser. Wenn der Schwefel erstarrt, so giebt man dem Stab *n* einen leichten Stoß, so daß die Schwefelstange aus der Form fällt.

Neunte, zehnte und elfte
Apparat des Hrn. D'arcet zu den Künsten, die Schwefel-
schweflichter Säure. Siehe S. 232 u. d.

ung des Phosphors im Großen Fig. 8. Ansicht der mit einander verbundenen Calcereöfen. Fig. 7. Grundriß en; Fig. 6. Durchschnitt des einen. p p p Thüren des Feuer- ff Feuerplatz. n n Aschenfall. m m Raum, in welchen die en gestellt werden. cc. Schornsteine. Jeder Ofen faßt 3 Re- die mit Recipienten verbunden werden, ähnlich dem auf Ta- Fig. 8. dargestellten.

tung der Glintensteine Fig. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, S. 489.

nlüftung. Fig. 16. Durchschnitt einer Steinkohlengrube ihrem Wetterschachte. a Förderschacht; n Wetterschacht; o stein. Die Richtung der Luftströmung geht von a nach b, c, n, m, u. der Feuerplatz f, so wie der Aschenfall m ist ge- n, und bei n sind mehrere feine Drahtgitter angebracht, jede Explosion, die nach unten sich fortpflanzen könnte, ver- n.

Dreizehnte Tafel

heitslampen. S. 551.

Vierzehnte Tafel

rverkohlung des Holzes Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 S. 642 u. 664.

blungsapparat nach Foucaud Fig. 9, 10 u. 11. S. 651.

blungsapparat nach La Ebeaussyère Fig. 12, 13, u. 16. S. 652.

Fünfte Tafel

blungsöfen nach Schwarz Fig. 1, 2 u. 3. S. 659.

ußbereitung aus Harz Fig. 4. S. 520.

— aus Steinkohlen Fig. 5, 6 u. 7. S. 520.

Sechste Tafel

sbereitung Fig. 1. S. 727.

Kohlengasbereitung Fig. 2. S. 729.

der Retorten Fig. 3, 4, 5, 6 u. 6 a S. 734.

het, daß es sich ergibt, wenn der Druck dem γ gleichkommt.

Da diese Art von Pumpen die S. 768 bemerkten führt, so wurde sie durch die daselbst beschriebene drängt.

Dahin für die Rezipienten zu comprimirt S. 769.

Gasometer von der Form eines Perspect

S t e b z e h n t e T a f

Fig. 1 u. 2. Gasmesser, womit den Abnehm-
gasen dasselbe zugemessen wird.

— 3. Compressionspumpe für tragbares

— 4 u. 5. Durchschnitt eines Gasomete

Vergleichung

Fr

1 Mètre bey der

1 Mètre bey der
1 preuß. Fuß bei

1 Myriamètre =

1 Kilomètre = 4

1 Hectomètre =

1 Décamètre =

1 Mètre =

1 Décimètre =

1 Centimètre =

1875



Vergleichung

1 Ey

Fr

e

1 Mètre bey der 1

1 Mètre bey der 2

1 preuß. Fuß bei

1 Myriamètre = 1

1 Kilomètre = $\frac{1}{1000}$ 4

1 Hectomètre =

1 Décamètre =

1 Mètre =

1 Décimètre =

1 Centimètre =

Tropfbare Flüssigkeiten.

| | |
|--------------------------|--------|
| Quecksilber (bei 0°) | 13,598 |
| Brom | 2,966 |
| Schwefelsäure | 1,8409 |
| Salpetersäure | 1,510 |
| Wasser vom tohten Meer | 1,2403 |
| Wasser vom großen Ocean | 1,0273 |
| Milch | 1,03 |
| Destillirtes Wasser | 1,0000 |
| Burgunderwein | 0,9915 |
| Olivendhl | 0,9153 |
| Leichter Salpether | 0,874 |
| Terpentinohl | 0,8697 |
| Steinohl oder Bergnaphla | 0,8475 |
| Absoluter Alkohol | 0,7920 |
| Schwefelsäther | 0,7155 |

Feste Körper.

(Das Wasser bei 18° C.)

| | |
|-----------------------|---------|
| Platin, gewalzt | 22,0690 |
| — gehämmert | 20,3366 |
| Gold, beßgl. | 19,3617 |
| — gegossen | 19,2591 |
| Wolfram | 17,6 |
| Niel, gegossen | 11,3523 |
| Natrium | 11,3 |
| Rhodium | 11,0 |
| Silber, gegossen | 10,4743 |
| Wismuth | 9,822 |
| Kupferbreath | 8,8785 |
| Kupfer, gegossen | 8,7840 |
| Nickel | 8,611 |
| Arsenik | 8,309 |
| Nickel geschmolzen | 8,270 |
| Uran | 8,1 |
| Stahl | 7,8163 |
| Kobalt geschmolzen | 7,8119 |
| Stabeisen | 7,788 |
| Zinn geschmolzen | 7,2914 |
| Quecksilber | 7,207 |
| Zink, gegossen | 6,861 |
| Antimon | 6,712 |
| Zellur | 6,115 |
| Eis | 6,9 |
| Zod | 4,948 |
| Schwefelsäther | 4,43 |
| Rubin | 4,2433 |
| Opal (orientalischer) | 3,9941 |
| Kopas | 3,5640 |

| | |
|----------------------------|-------|
| Bergk. | 3,046 |
| Diamant | 3,517 |
| Glantzias | 3,220 |
| Glaspas | 3,191 |
| Karnalin (grüner) | 3,158 |
| Marmor von Paros | 2,871 |
| Säpfe | 2,510 |
| Emerald | 2,711 |
| Perlen | 2,748 |
| Kalkspas | 2,712 |
| Korallen | 2,690 |
| Bergkristall | 2,651 |
| Feidspas | 2,564 |
| Spiegelglas von St. Gobain | 2,493 |
| Chinesisches Porzellan | 2,482 |
| Opas (Frauenis) | 2,442 |
| Porzellan von Sèvres | 2,412 |
| Natürlicher Schwefel | 2,404 |
| Eisenstein | 1,977 |
| Alabaster | 1,878 |
| Anthrazit | 1,3 |
| Klaun | 1,7 |
| Steinkohle | 1,32 |
| Bernstein | 1,03 |
| Natrium | 0,976 |
| Eis | 0,93 |
| Kalium | 0,851 |
| Bucheholz | 0,802 |
| Eichenholz | 0,841 |
| Eichenbaum | 0,801 |
| Apfelbaum | 0,73 |
| Pomeranzenbaum | 0,76 |
| Fichtenholz | 0,67 |
| Firnenholz | 0,74 |
| Bedernholz | 0,71 |
| Tanneholz | 0,69 |
| Weisse Pappel | 0,63 |
| Gemeine Pappel | 0,60 |
| Sassafrasholz | 0,62 |
| Korkhol. | 0,40 |

Wird das spezifische Gewicht der Atmosphäre, Luft bei der Temperatur des schmelzenden Eises und bei dem Barometerstand von 0,76 Meter als 1 angenommen, so ist das des Wassers = 1.

Unter gleichen Umständen verhält sich das spezifische Gewicht der Luft zu dem des Quecksilbers wie 1 : 10466.

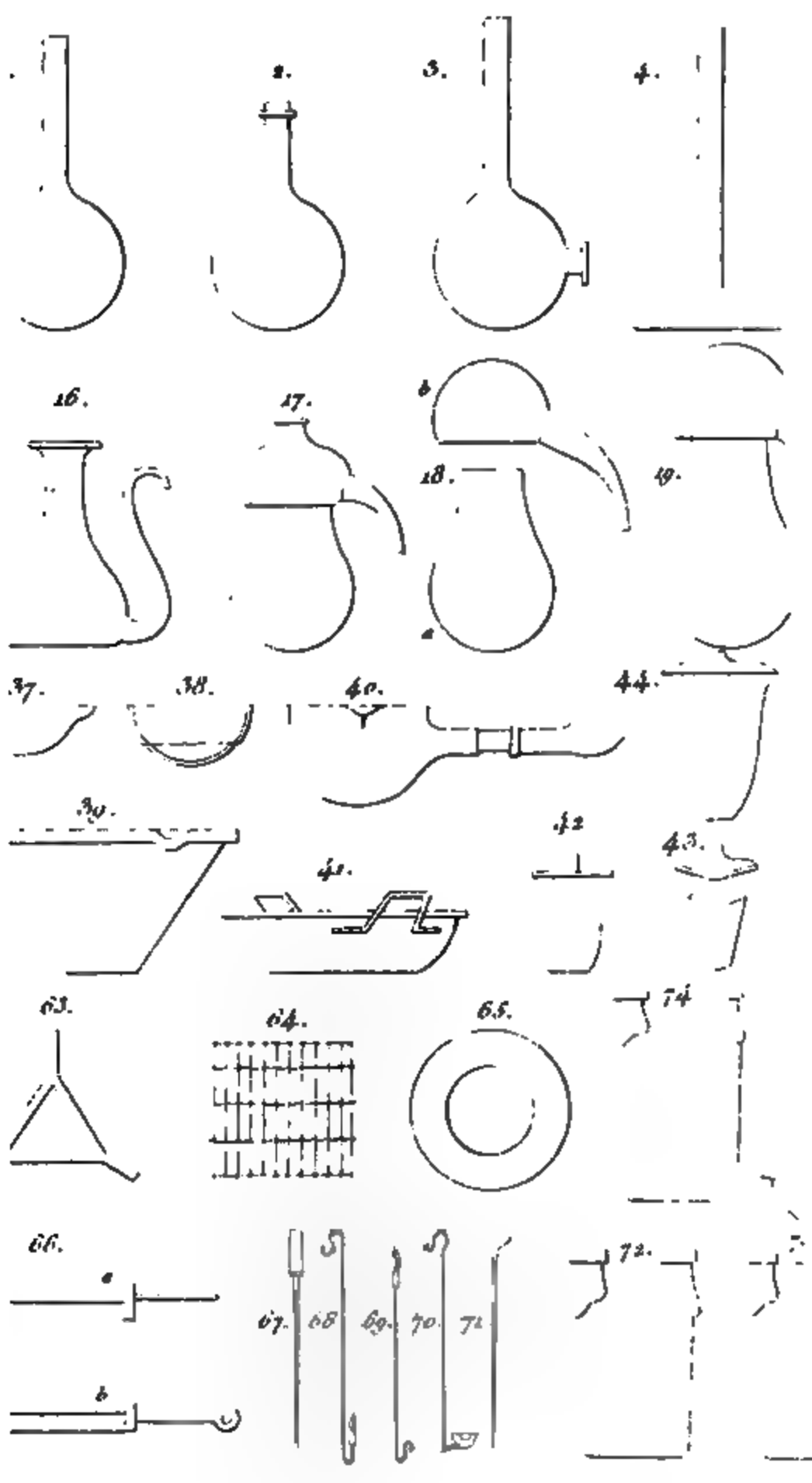
III.

el über die Spannkraft des Wasserdampfes und die
entsprechenden Temperaturen; von einer bis 24 Atmos-
phären nach Beobachtungen und von 24 bis 50
Atmosphären nach Berechnungen *).

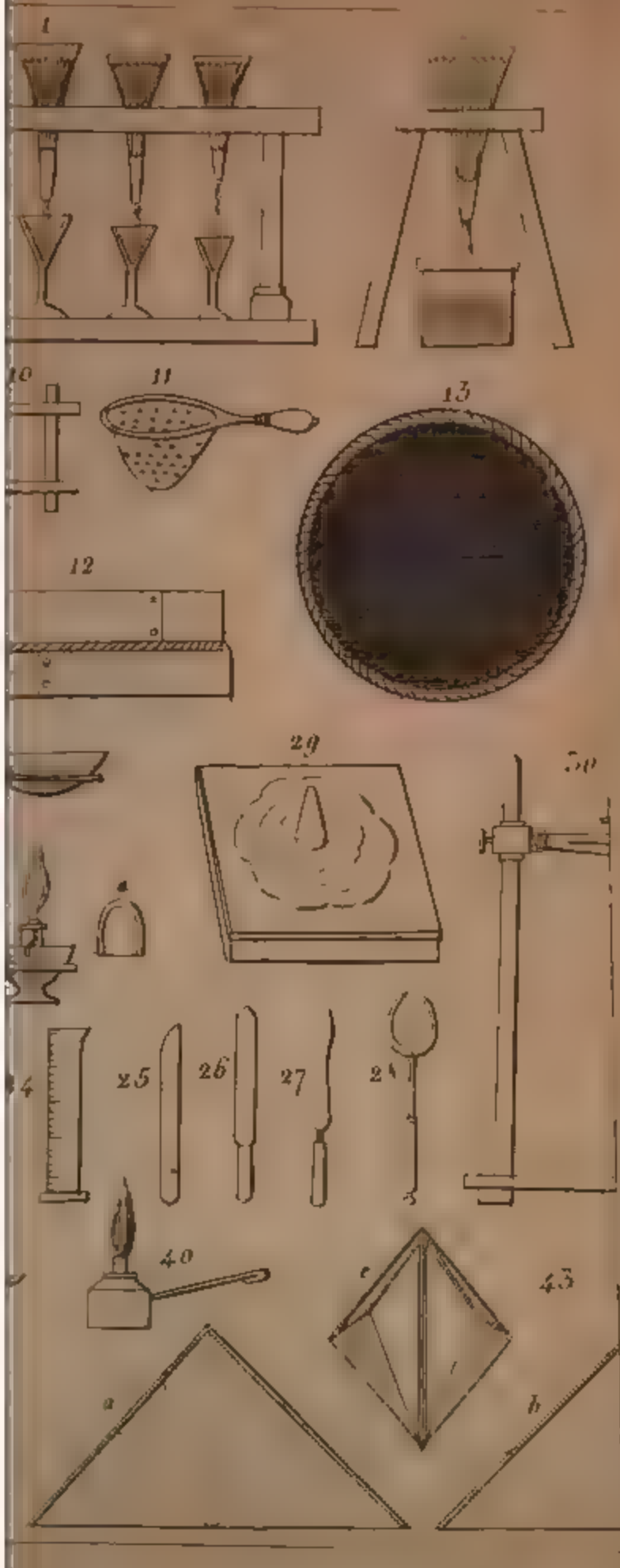
| Flüssigkeit des Dampfes | Atmosphärendruck
in 0,76 Meter
Quecksilber. | in Quecksilbersäulen
von 0° C. | Zugehörige Tempe-
ratur. | Druck auf ein
Quadracentimeter. |
|-------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| | | Meter. | Centesimalgrade. | Kilogramme. |
| 1 | 0,76 | 0,76 | 100° | 1,033 |
| 1 1/2 | 1,14 | 1,14 | 112,2 | 1,549 |
| 2 | 1,52 | 1,52 | 121,4 | 2,066 |
| 2 1/2 | 1,90 | 1,90 | 128,8 | 2,582 |
| 3 | 2,28 | 2,28 | 135,1 | 3,099 |
| 3 1/2 | 2,66 | 2,66 | 140,6 | 3,615 |
| 4 | 3,04 | 3,04 | 145,4 | 4,132 |
| 4 1/2 | 3,42 | 3,42 | 149,06 | 4,648 |
| 5 | 3,80 | 3,80 | 153,08 | 5,165 |
| 5 1/2 | 4,18 | 4,18 | 156,8 | 5,681 |
| 6 | 4,56 | 4,56 | 160,2 | 6,198 |
| 6 1/2 | 4,94 | 4,94 | 163,48 | 6,714 |
| 7 | 5,32 | 5,32 | 166,5 | 7,231 |
| 7 1/2 | 5,70 | 5,70 | 169,37 | 7,747 |
| 8 | 6,08 | 6,08 | 172,1 | 8,264 |
| 9 | 6,84 | 6,84 | 177,1 | 9,297 |
| 10 | 7,60 | 7,60 | 181,6 | 10,33 |
| 11 | 8,36 | 8,36 | 186,03 | 11,363 |
| 12 | 9,12 | 9,12 | 190 | 12,396 |
| 13 | 9,88 | 9,88 | 193,7 | 13,429 |
| 14 | 10,64 | 10,64 | 197,19 | 14,462 |
| 15 | 11,40 | 11,40 | 200,48 | 15,495 |

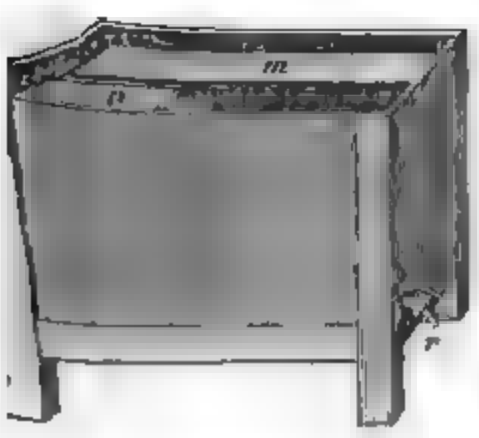
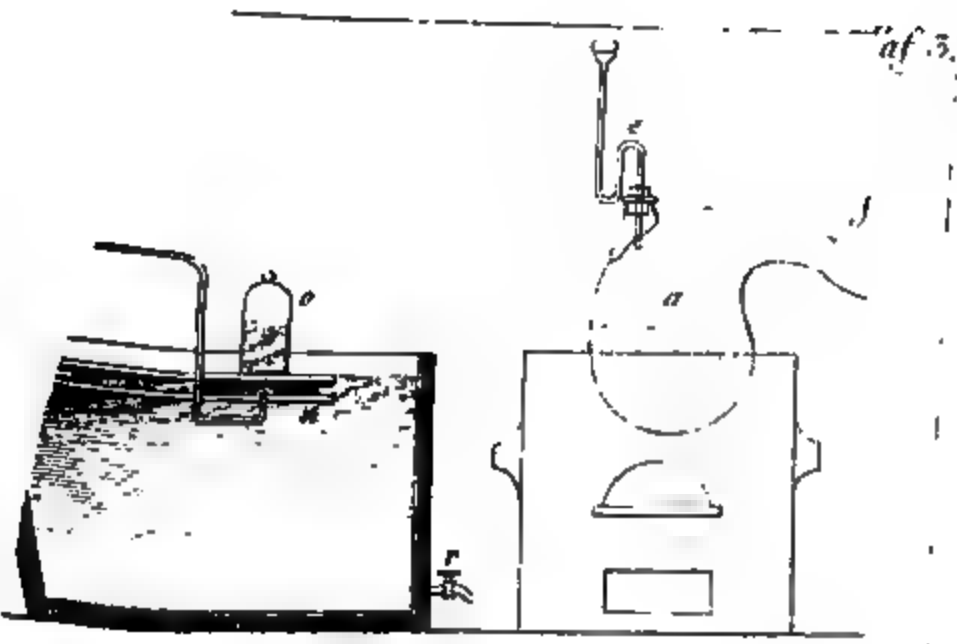
*) S. 141. wurde erwähnt, daß Dulong und Berard die Spannkraft des Wasserdampfes durch Versuche auszumitteln suchen. Diese wichtige und große Arbeit ist nun vollendet und die Resultate bereits bekannt gemacht; wir theilen dieselben hier anhangsweise mit, da sie von allgemeinem Interesse sind.
W. v. G.

| Elastizität des Dampfes | | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| in Atmosphärendruck
von 0,76 Meter
Quecksilber. | in Quecksilbersäulen
von 0° C. | Zugehörige Tempera-
ratur. | Ende der
Quecksilbersäule |
| | Meter. | Centesimalgrade. | Reaumur. |
| 16 | 12,16 | 203,6 | 16,3 |
| 17 | 12,92 | 206,57 | 17,31 |
| 18 | 13,68 | 209,4 | 18,4 |
| 19 | 14,44 | 212,1 | 19,61 |
| 20 | 15,20 | 214,7 | 20,6 |
| 21 | 15,96 | 217,2 | 21,53 |
| 22 | 16,72 | 219,6 | 22,73 |
| 23 | 17,48 | 221,9 | 23,73 |
| 24 | 18,24 | 224,2 | 24,73 |
| 25 | 19,00 | 226,3 | 25,8 |
| 30 | 22,80 | 236,2 | 30,9 |
| 35 | 26,60 | 244,85 | 36,3 |
| 40 | 30,40 | 252,55 | 41,3 |
| 45 | 34,20 | 259,52 | 46,4 |
| 50 | 38,00 | 265,89 | 51,6 |



| Elastizität des Dampfes | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| in Atmosphärendruck
von 0,76 Meter
Quecksilber. | in Quecksilbersäulen
von 0° c. | Zugehörige Tempe-
ratur. | Ende der
Quecksilber-
säule |
| | Meter. | Centesimalgrade. | Kilogramme |
| 16 | 12,16 | 203,6 | 16,38 |
| 17 | 12,92 | 206,57 | 17,38 |
| 18 | 13,68 | 209,4 | 18,38 |
| 19 | 14,44 | 212,1 | 19,38 |
| 20 | 15,20 | 214,7 | 20,38 |
| 21 | 15,96 | 217,2 | 21,38 |
| 22 | 16,72 | 219,6 | 22,38 |
| 23 | 17,48 | 221,9 | 23,38 |
| 24 | 18,24 | 224,2 | 24,38 |
| 25 | 19,00 | 226,3 | 25,38 |
| 30 | 22,80 | 236,2 | 30,38 |
| 35 | 26,60 | 244,85 | 35,38 |
| 40 | 30,40 | 252,55 | 40,38 |
| 45 | 34,20 | 259,52 | 45,38 |
| 50 | 38,00 | 265,89 | 50,38 |





Fig

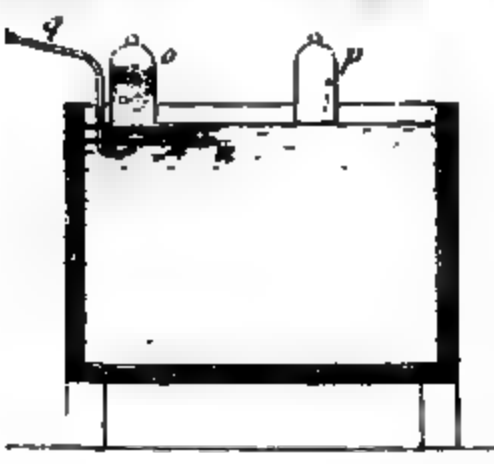


Fig 4.

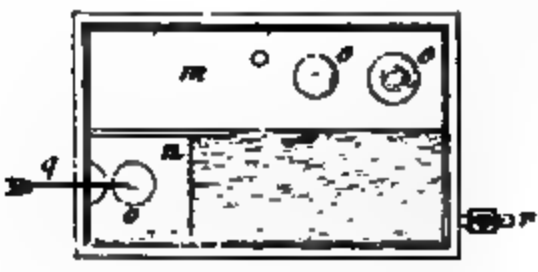


Fig 3. a.





Fig. 1.

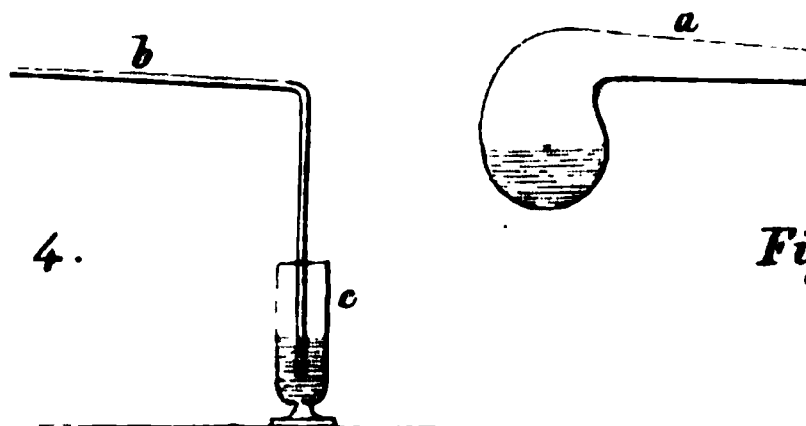
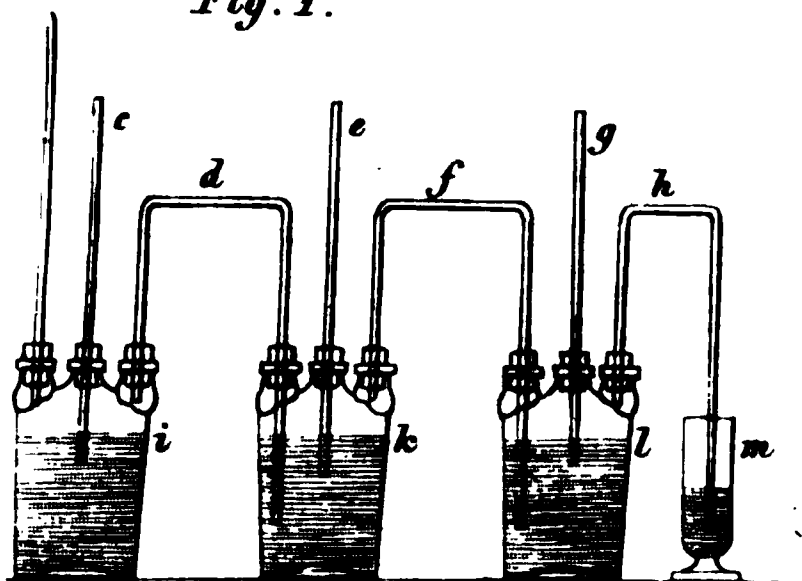


Fig. 9

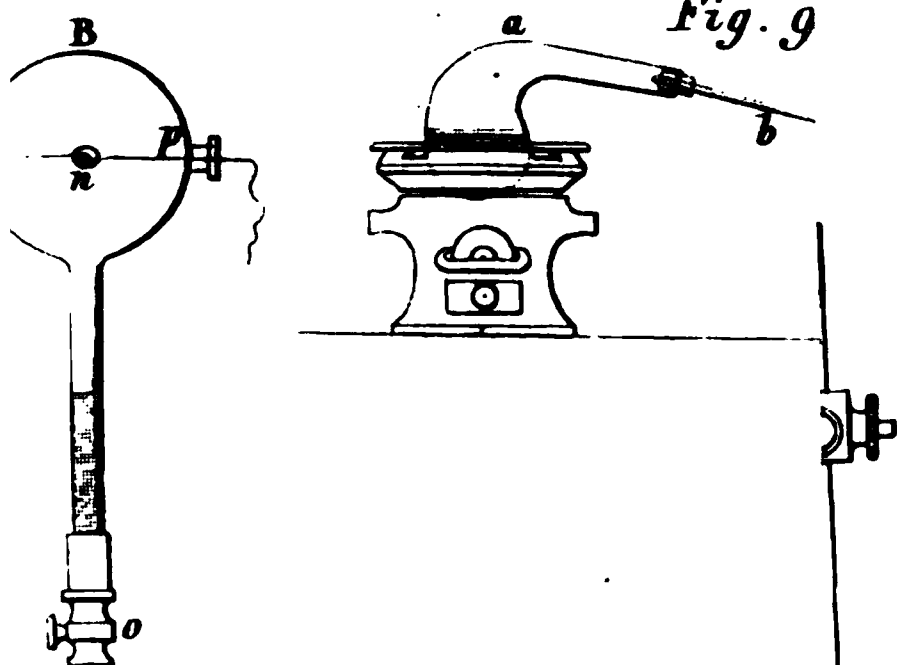
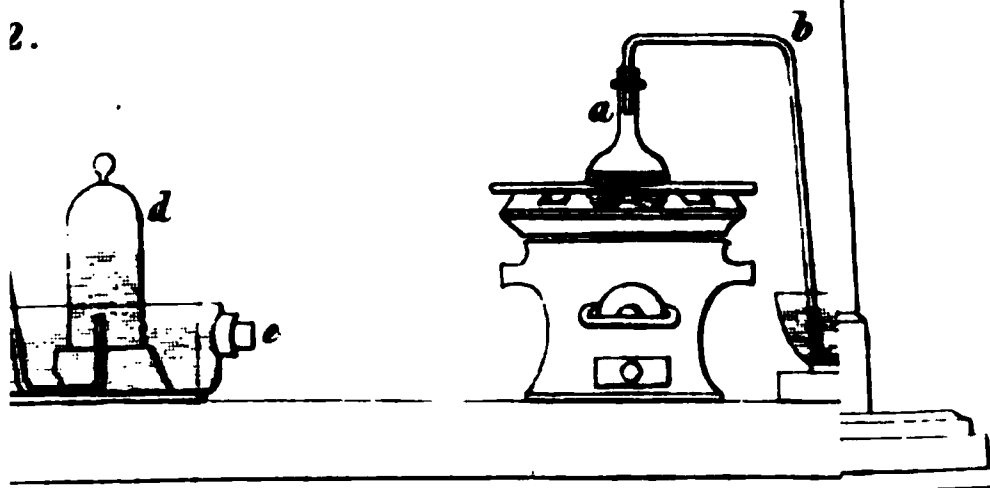


Fig. 13.



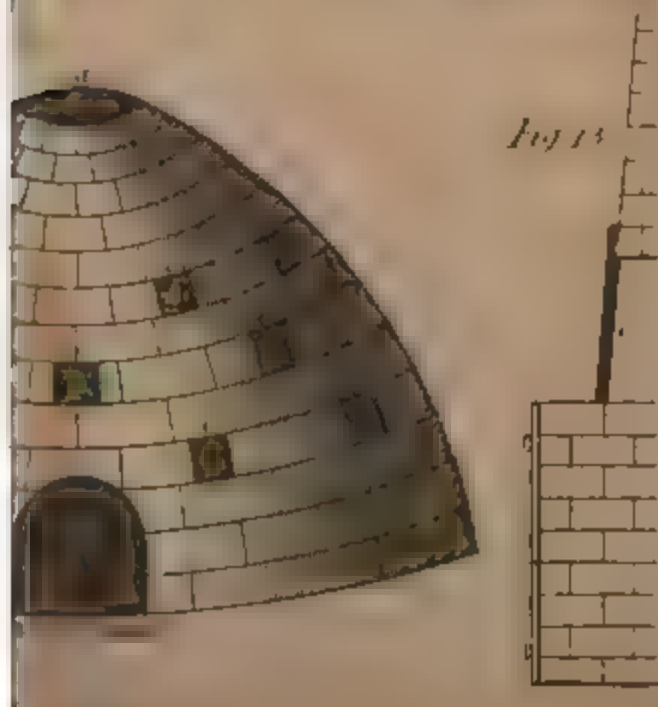
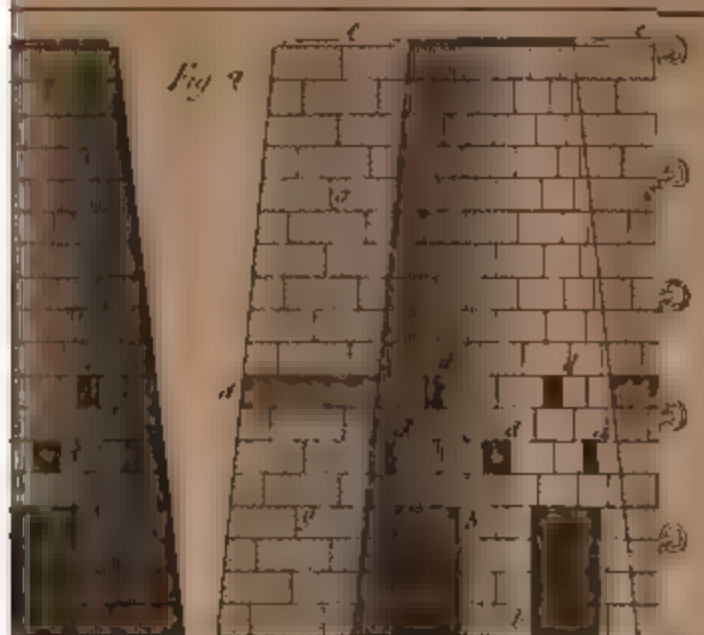




Fig.

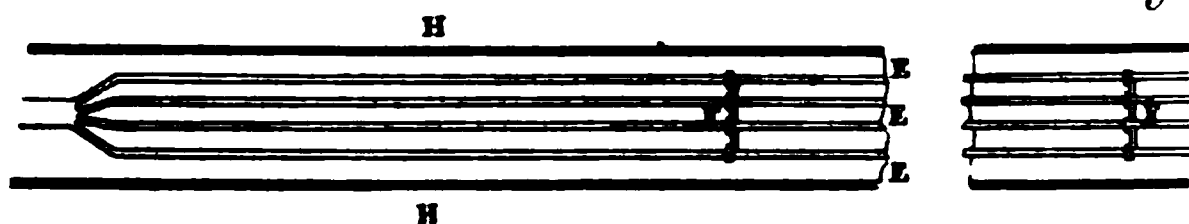
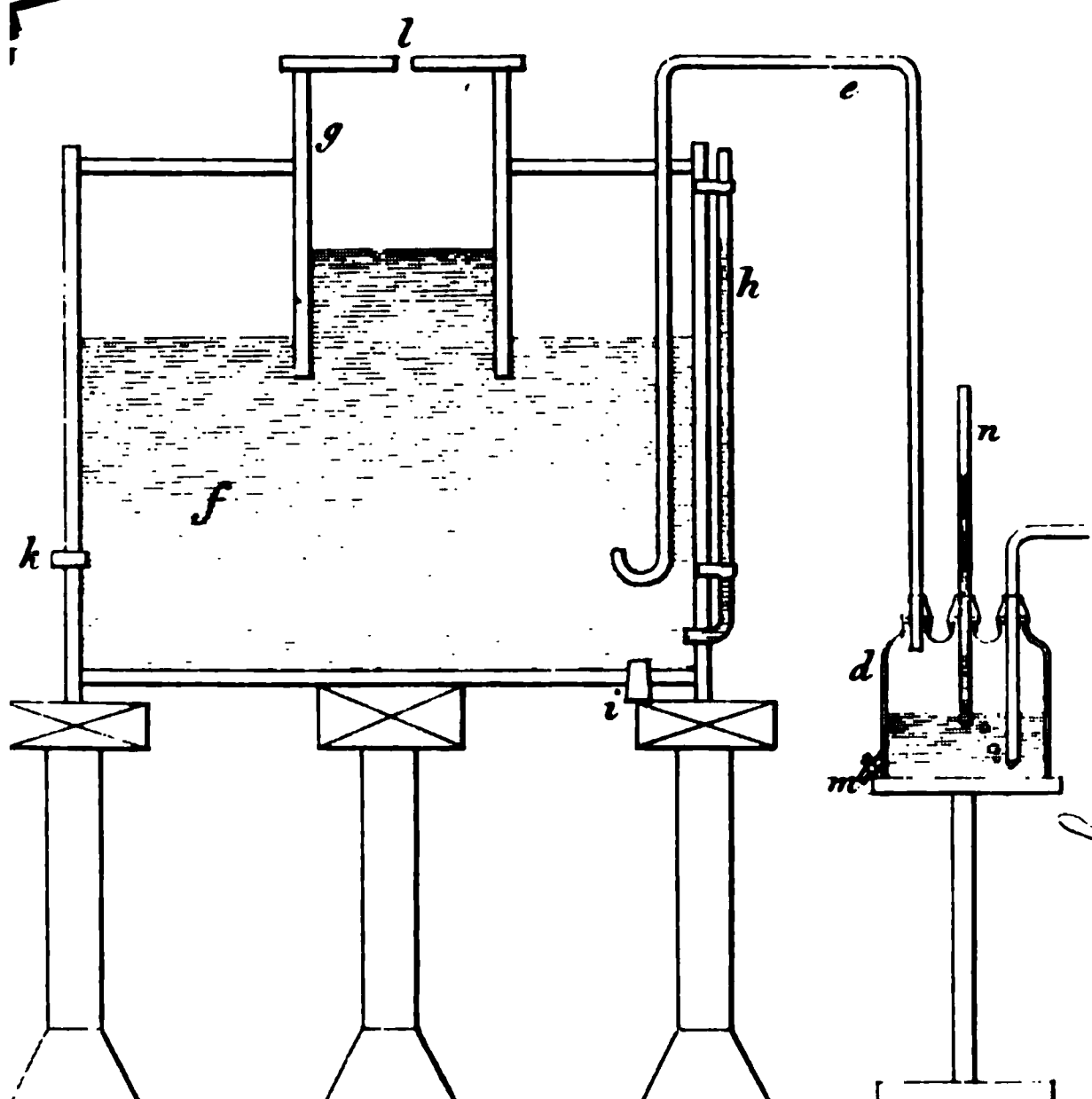
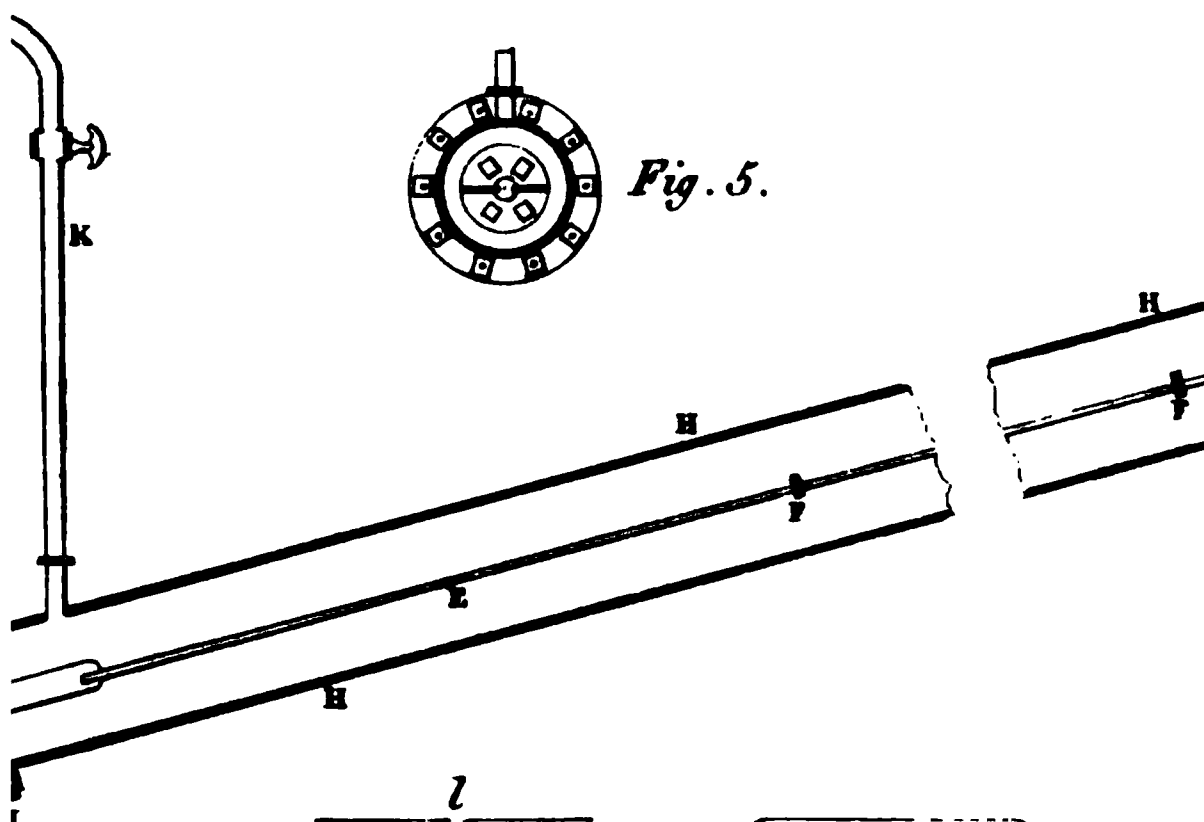
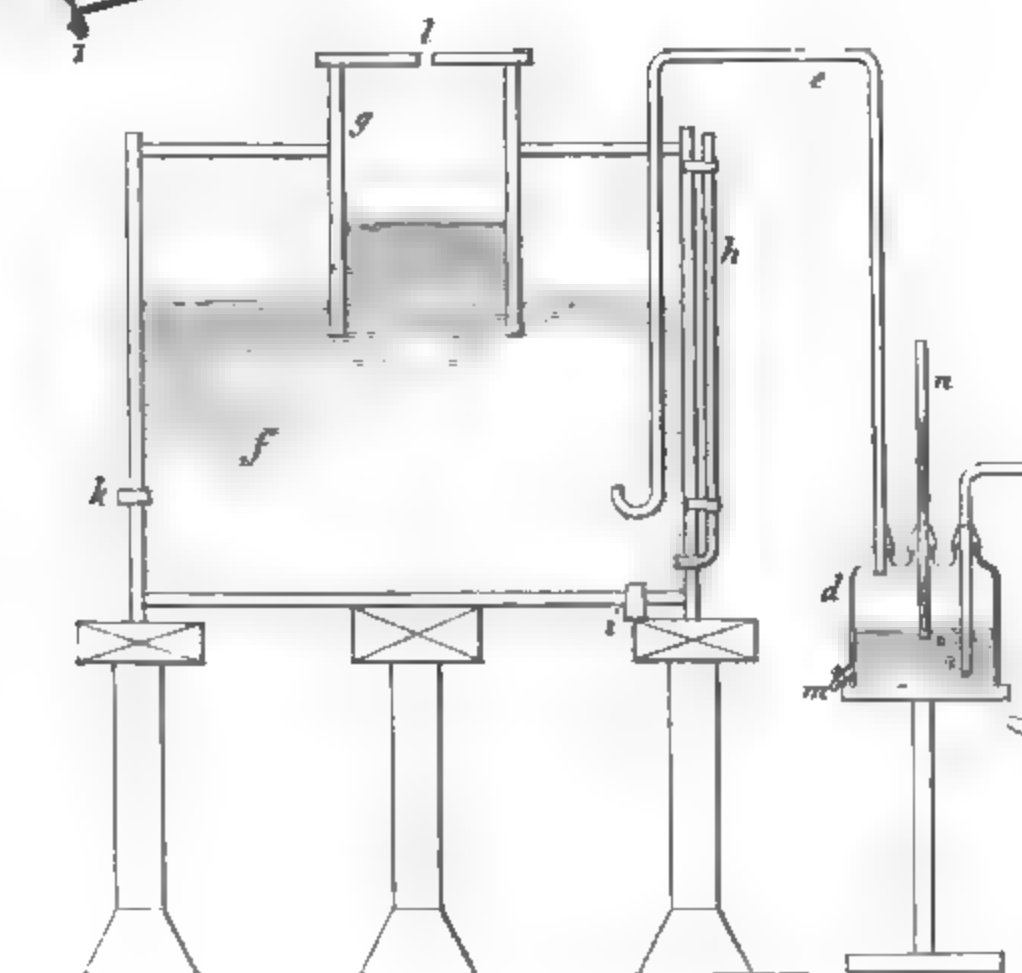
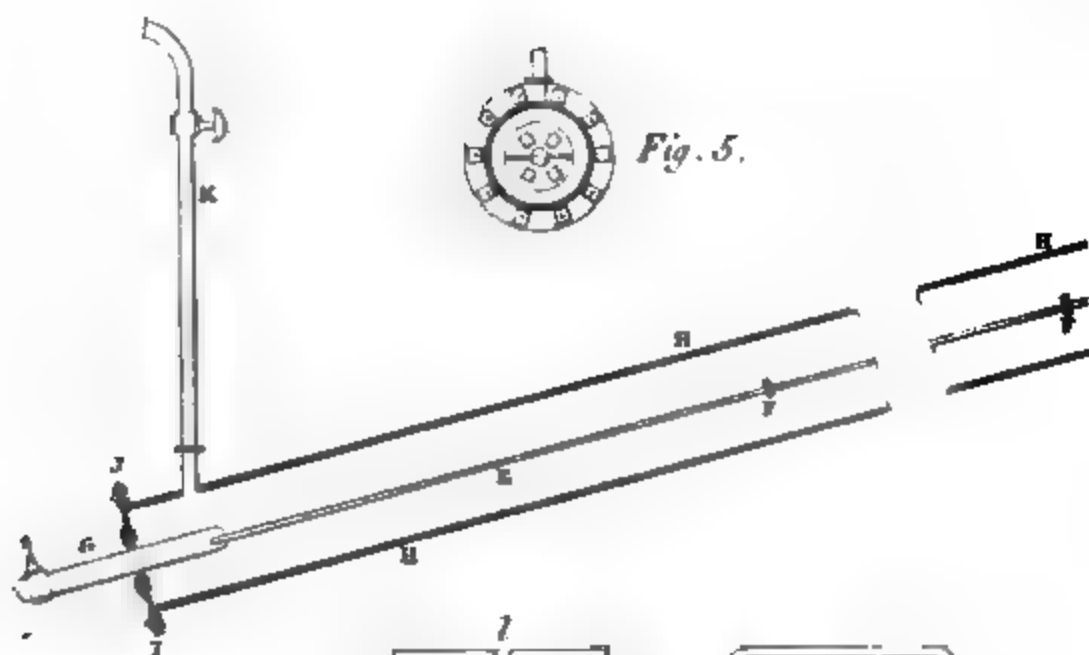


Fig. 5.







ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION
PUBLISHED BY THE
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION

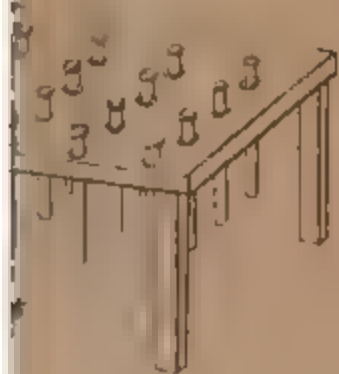


Fig. 4

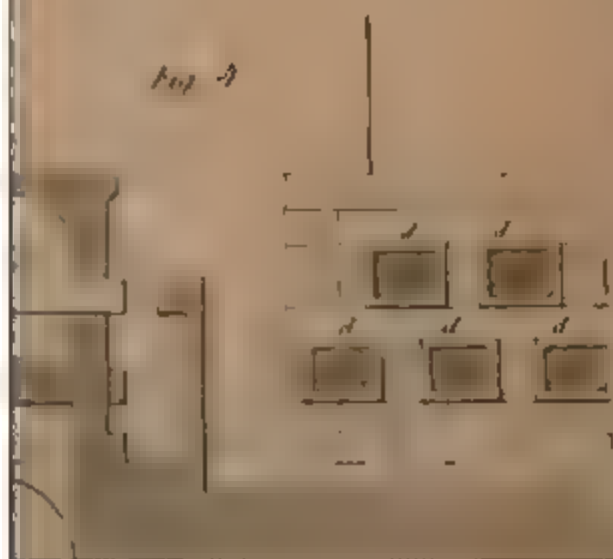






Fig. 2



Fig. 7.

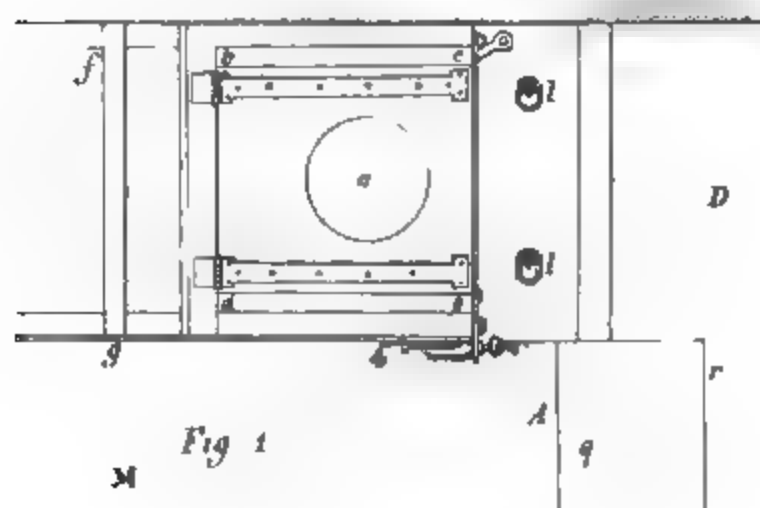
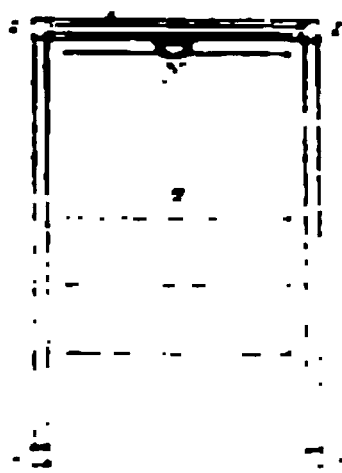
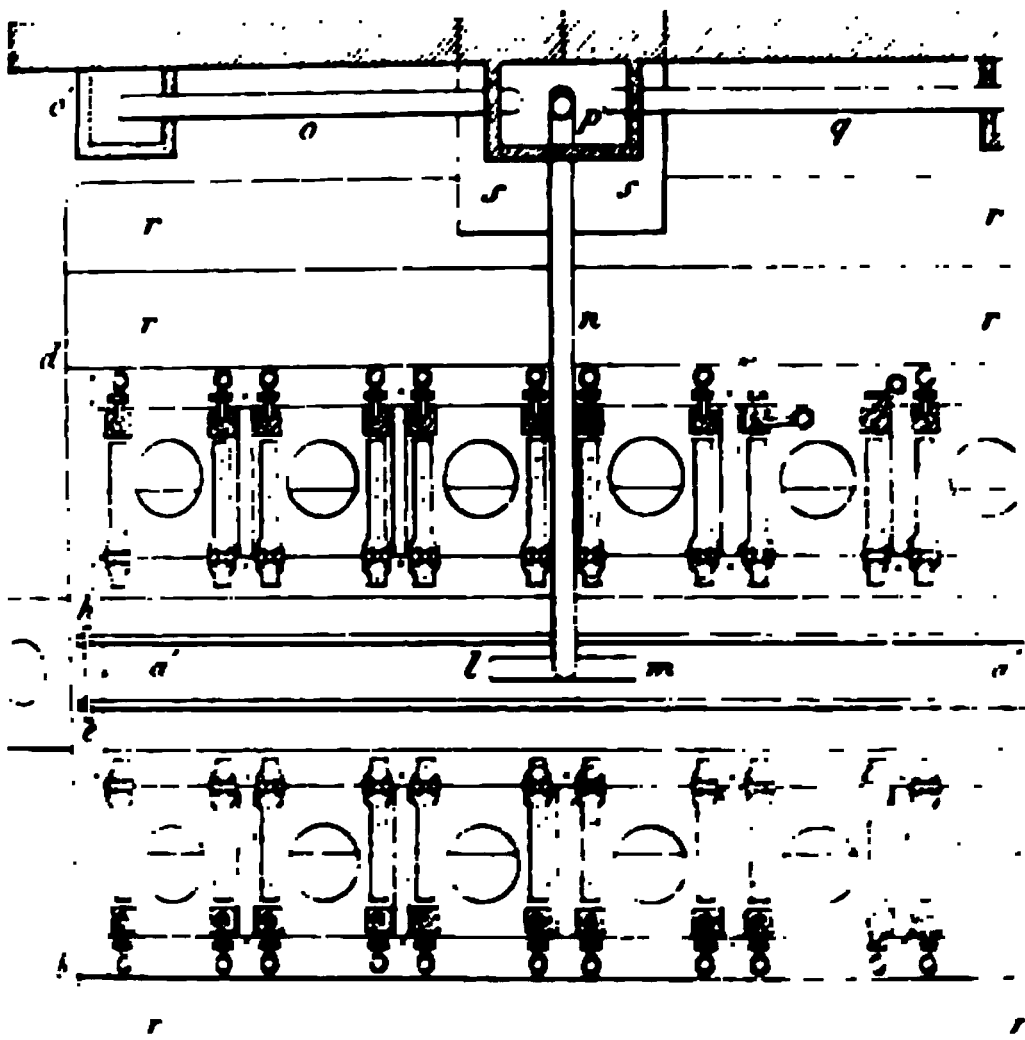


Fig. 1



Fig. 1.

C



D



Fig 1.

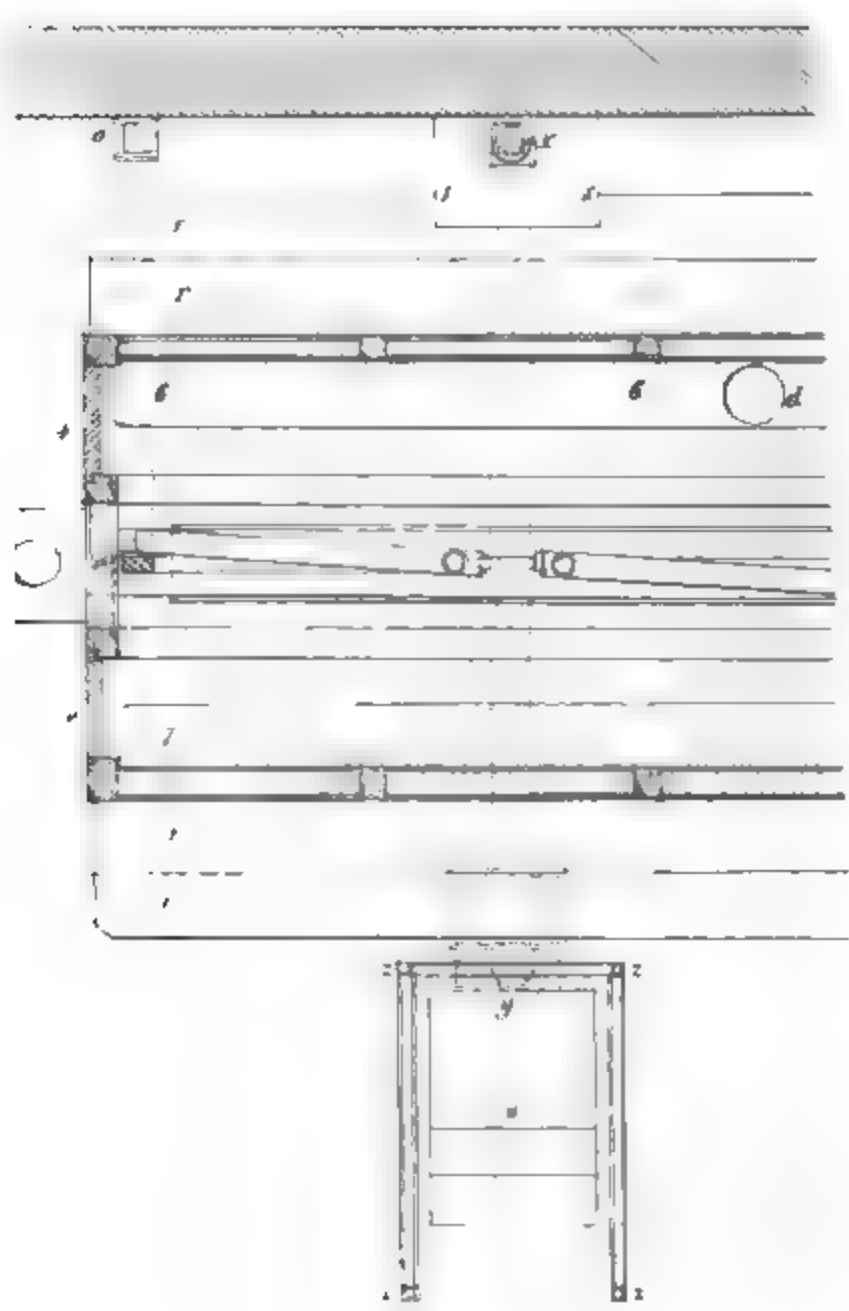




Fig 1

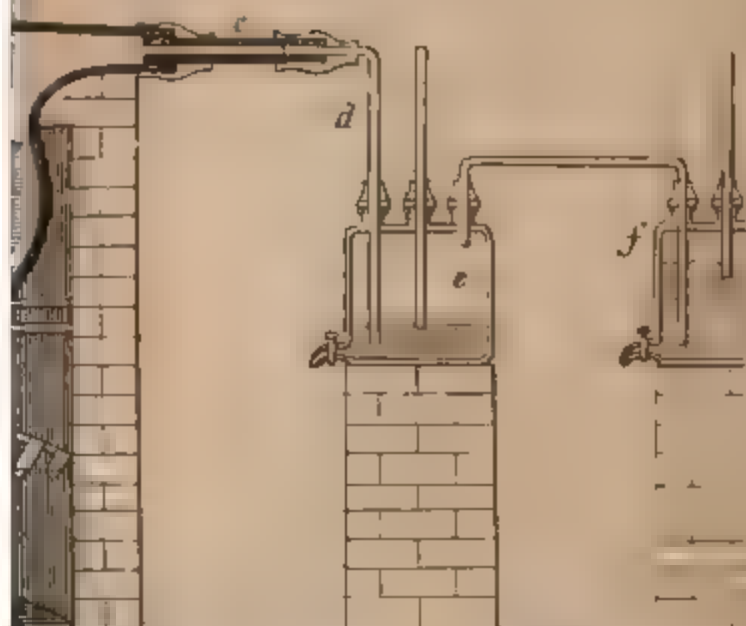


Fig 11.

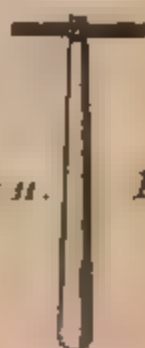
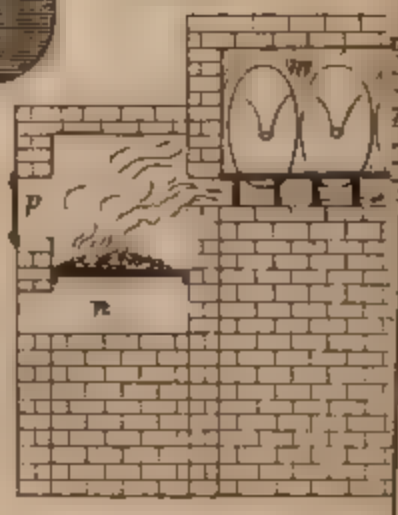
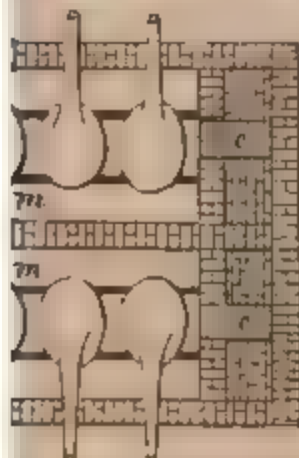
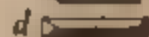


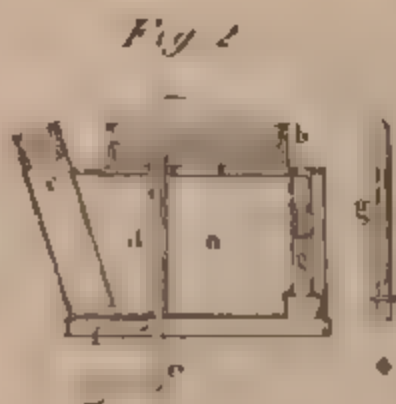
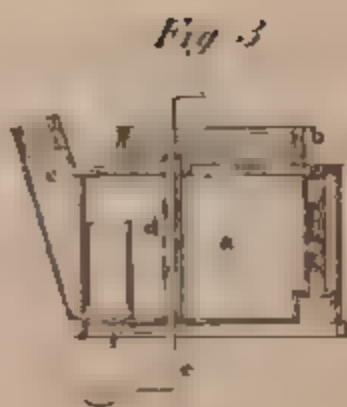
Fig 12

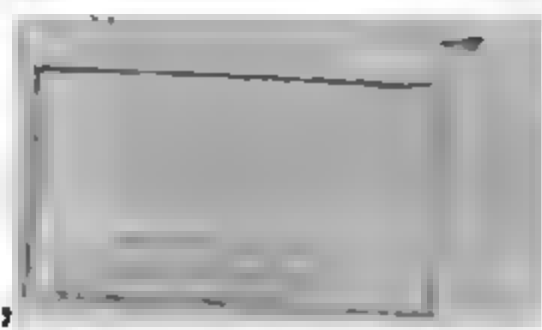


Fig









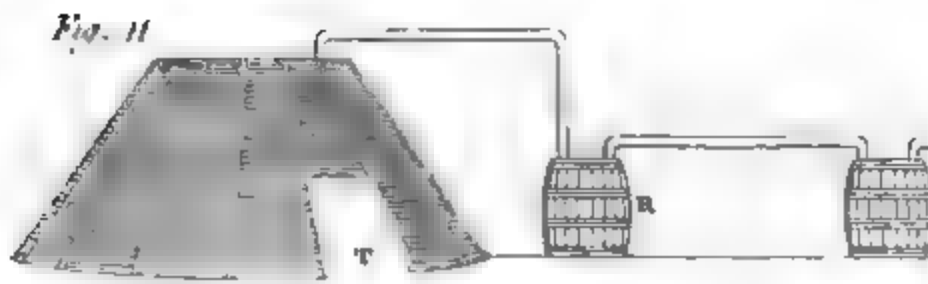
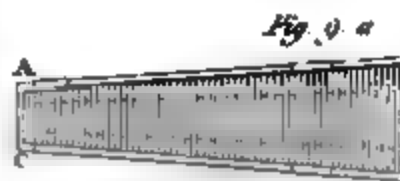
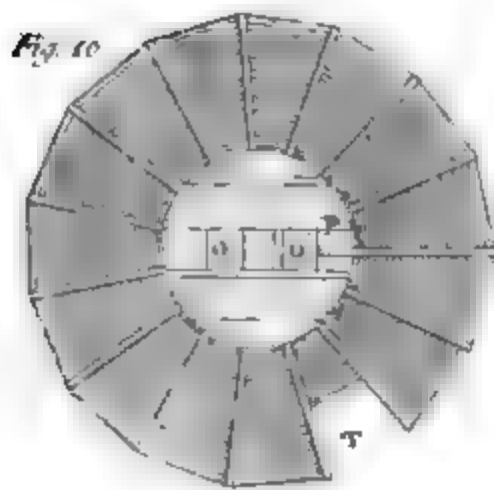
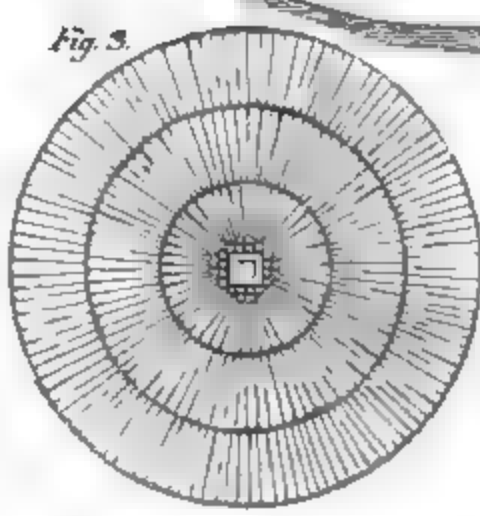
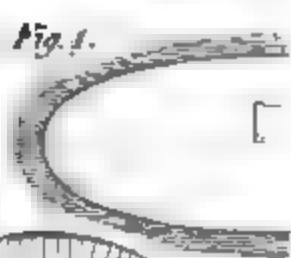
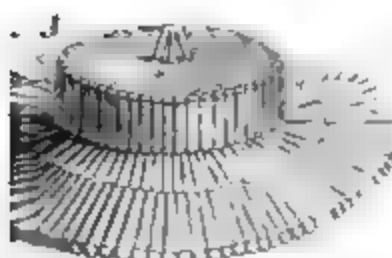
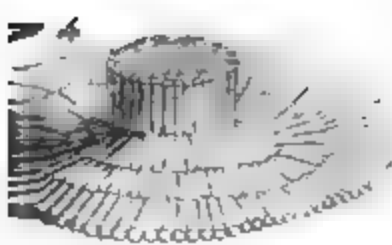




Fig. 2.

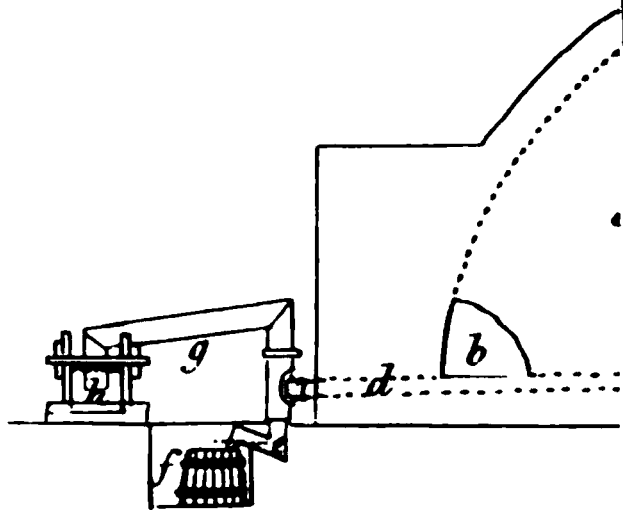


Fig. 1.

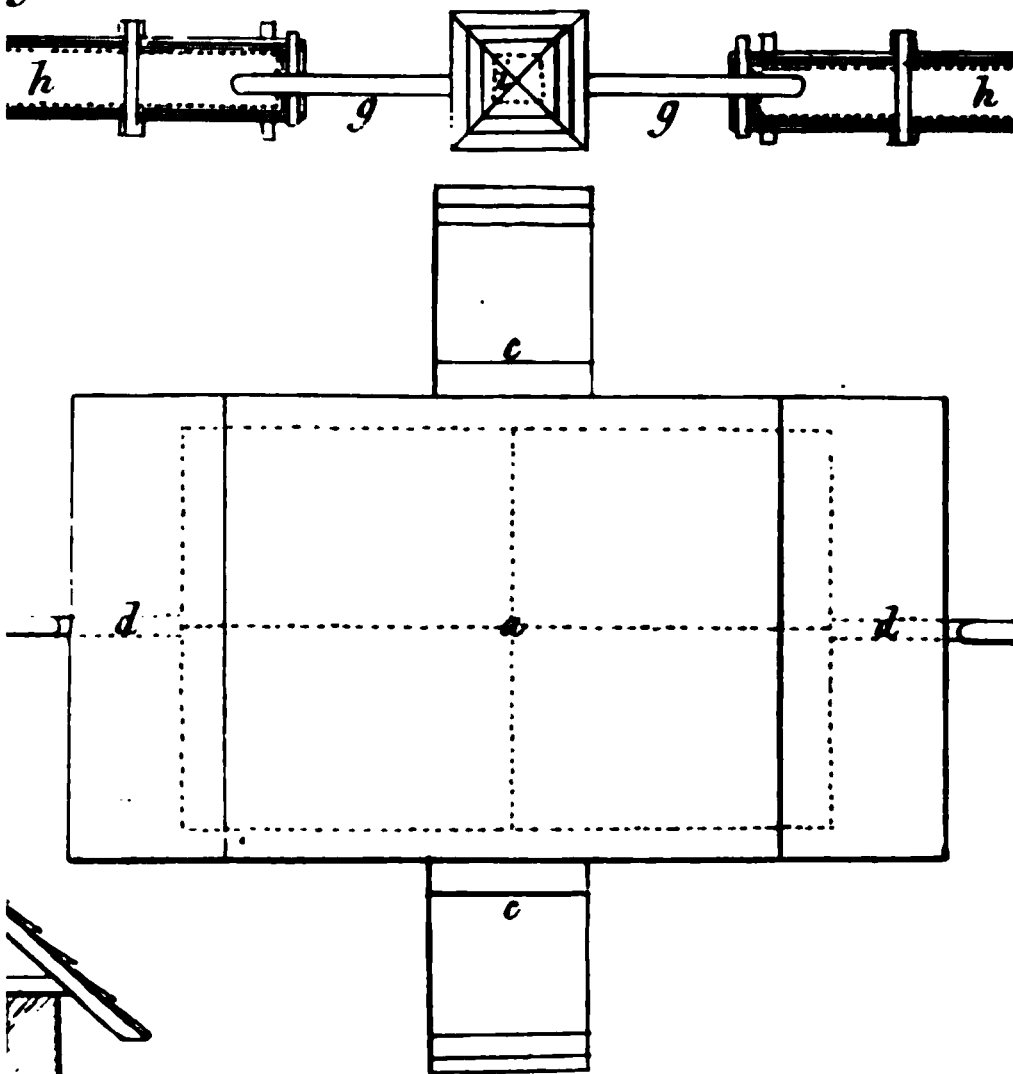
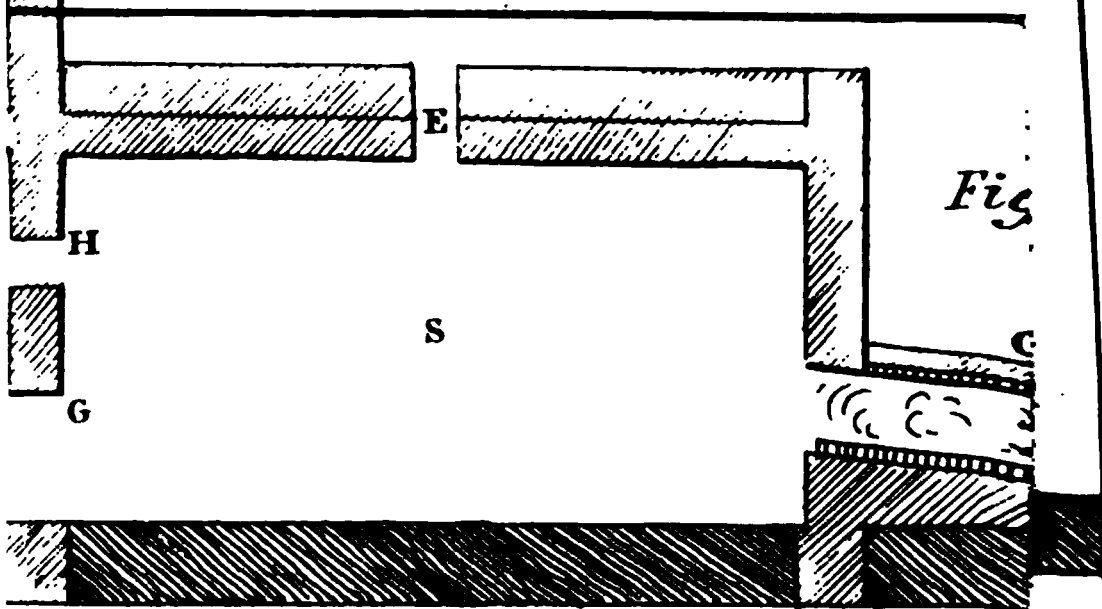


Fig.





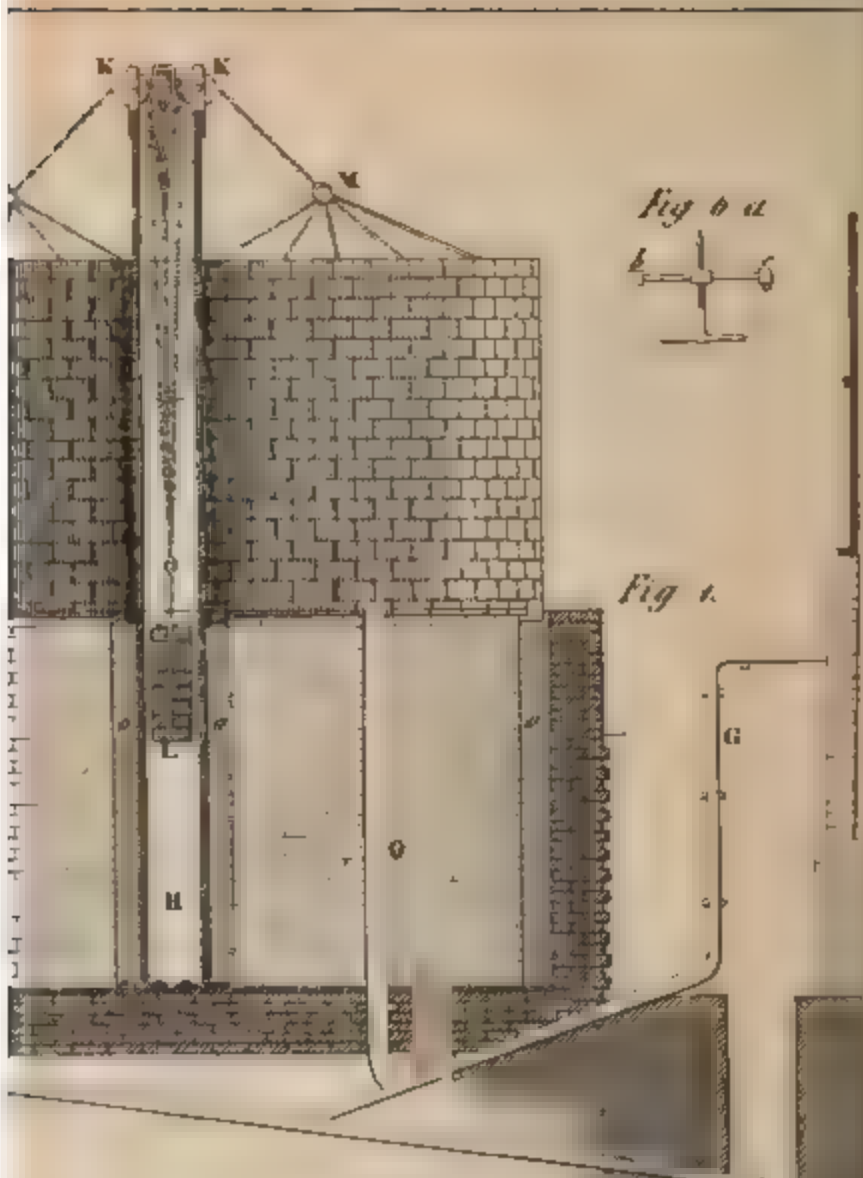


Fig. 1 a



Fig. 1.

Fig. 9

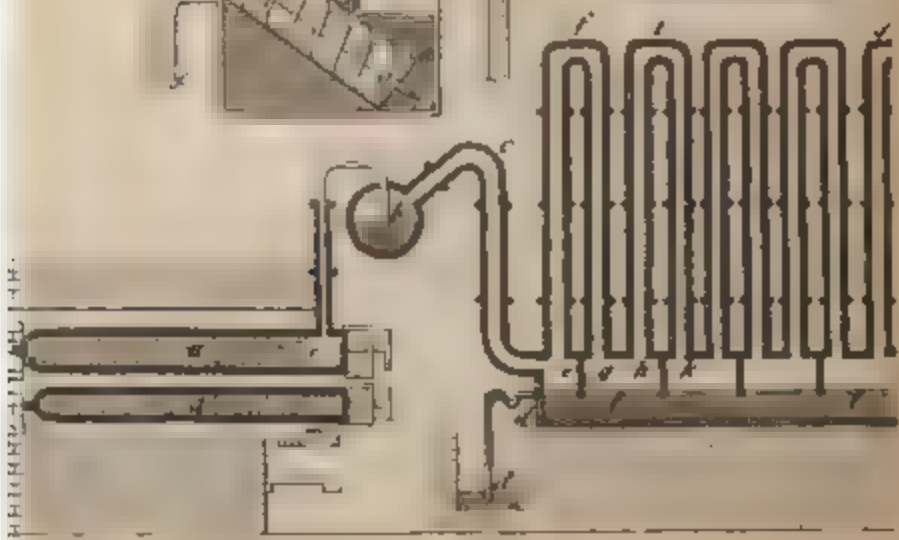
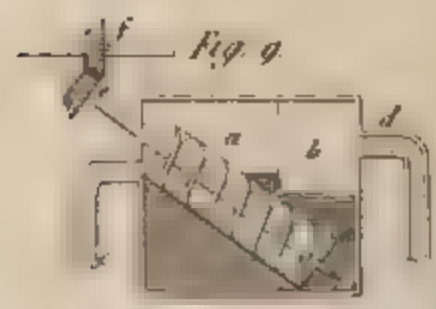


Fig. 1.

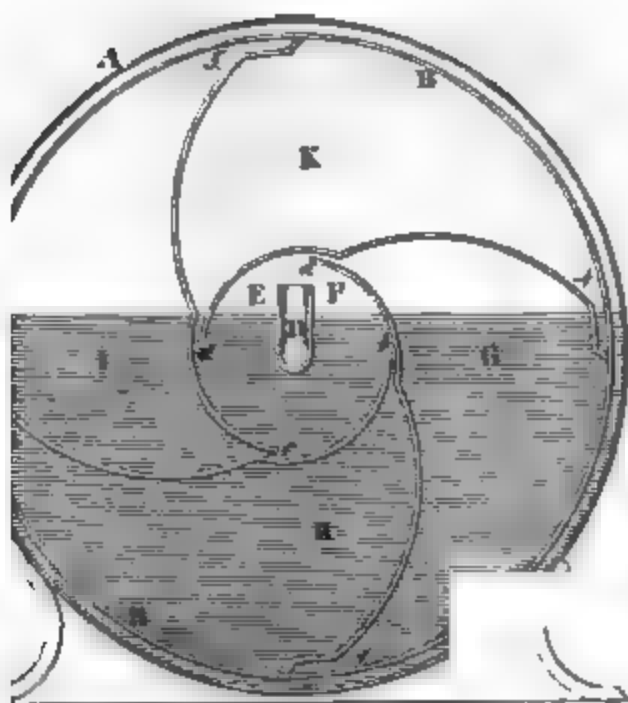


Fig. 4.

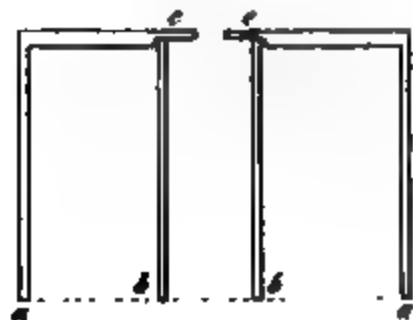
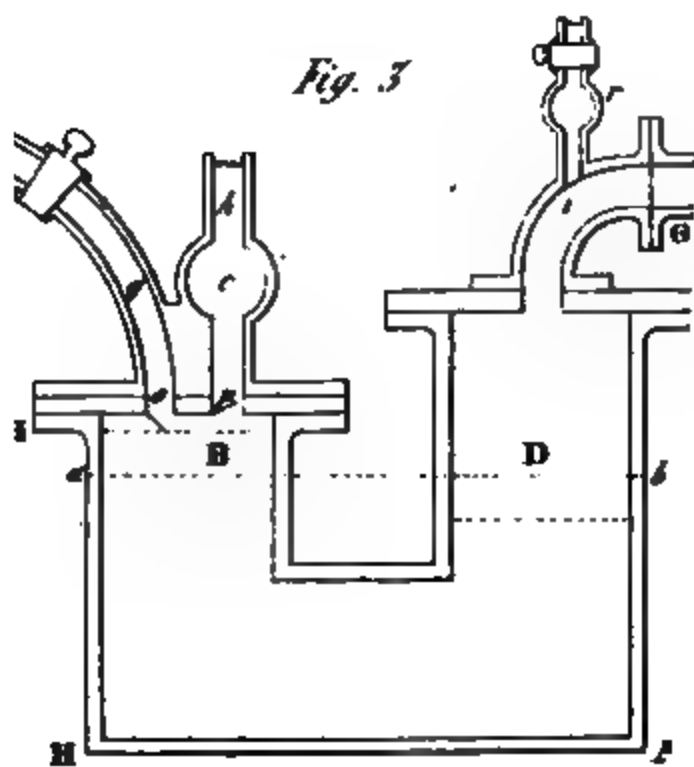


Fig. 3









NOV 25 1915

